



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE
CHIMBORAZO**

**FACULTAD DE MECÁNICA
ESCUELA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ**

**“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN ELEVADOR
ELECTRO HIDRÁULICO TIPO TIJERA DE BAJA
ALTURA PARA VEHÍCULOS DE HASTA DOS
TONELADAS Y MEDIA, PARA LA IMPLEMENTACIÓN
DEL LABORATORIO DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA
AUTOMOTRÍZ”**

**HERRERA DUTÁN VICTOR MANUEL
VARGAS SÁNCHEZ CARLOS ROLANDO**

TESIS DE GRADO

Previa a la obtención del Título de:
INGENIERO AUTOMOTRIZ

RIOBAMBA – ECUADOR

2013

ESPOCH

Facultad de Mecánica

CERTIFICADO DE APROBACIÓN DE TESIS

2011-07-04

Yo recomiendo que la Tesis preparada por:

VICTOR MANUEL HERRERA DUTÁN

Titulada:

**“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN ELEVADOR ELECTRO HIDRÁULICO
TIPO TIJERA DE BAJA ALTURA PARA VEHÍCULOS DE HASTA DOS
TONELADAS Y MEDIA, PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL
LABORATORIO DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA AUTOMOTRÍZ”**

Sea aceptada como parcial complementación de los requerimientos para el Título de:

INGENIERO AUTOMOTRIZ

Ing. Geovanny Novillo A.
DECANO DE LA FAC. DE MECÁNICA

Nosotros coincidimos con esta recomendación:

Ing. Jorge Paucar
DIRECTOR DE TESIS

Ing. Jefferson Argoti
ASESOR DE TESIS

ESPOCH

Facultad de Mecánica

CERTIFICADO DE EXAMINACIÓN DE TESIS

NOMBRE DEL ESTUDIANTE: VICTOR MANUEL HERRERA DUTÁN

TÍTULO DE LA TESIS: “DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN ELEVADOR ELECTRO HIDRÁULICO TIPO TIJERA DE BAJA ALTURA PARA VEHÍCULO DE HASTA DOS TONELADAS Y MEDIA, PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL LABORATORIO DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA AUTOMOTRÍZ”

Fecha de Examinación: 2013-02-15

RESULTADO DE LA EXAMINACIÓN:

COMITÉ DE EXAMINACIÓN	APRUEBA	NO APRUEBA	FIRMA
Dr. Mario Audelo G. PRESIDENTE TRIB. DEFENSA			
Ing. Jorge Paucar G. DIRECTOR DE TESIS			
Ing. Jefferson Argoti V. ASESOR			

* Más que un voto de no aprobación es razón suficiente para la falla total.

RECOMENDACIONES: _____

El Presidente del Tribunal certifica que las condiciones de la defensa se han cumplido.

Dr. Mario Audelo G.
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

ESPOCH

Facultad de Mecánica

CERTIFICADO DE APROBACIÓN DE TESIS

2011-07-04

Yo recomiendo que la Tesis preparada por:

CARLOS ROLANDO VARGAS SÁNCHEZ

Titulada:

**“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN ELEVADOR ELECTRO HIDRÁULICO
TIPO TIJERA DE BAJA ALTURA PARA VEHÍCULOS DE HASTA DOS
TONELADAS Y MEDIA, PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL
LABORATORIO DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA AUTOMOTRÍZ”**

Sea aceptada como parcial complementación de los requerimientos para el Título de:

INGENIERO AUTOMOTRIZ

Ing. Geovanny Novillo A.
DECANO DE LA FAC. DE MECÁNICA

Nosotros coincidimos con esta recomendación:

Ing. Jorge Paucar
DIRECTOR DE TESIS

Ing. Jefferson Argoti
ASESOR DE TESIS

ESPOCH

Facultad de Mecánica

CERTIFICADO DE EXAMINACIÓN DE TESIS

NOMBRE DEL ESTUDIANTE: CARLOS ROLANDO VARGAS SÁNCHEZ

TÍTULO DE LA TESIS: “DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN ELEVADOR ELECTRO HIDRÁULICO TIPO TIJERA DE BAJA ALTURA PARA VEHÍCULO DE HASTA DOS TONELADAS Y MEDIA, PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL LABORATORIO DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA AUTOMOTRÍZ”

Fecha de Examinación: 2013-02-15

RESULTADO DE LA EXAMINACIÓN:

COMITÉ DE EXAMINACIÓN	APRUEBA	NO APRUEBA	FIRMA
Dr. Mario Audelo g. PRESIDENTE TRIB. DEFENSA			
Ing. Jorge Paucar G. DIRECTOR DE TESIS			
Ing. Jefferson Argoti V. ASESOR			

* Más que un voto de no aprobación es razón suficiente para la falla total.

RECOMENDACIONES: _____

El Presidente del Tribunal certifica que las condiciones de la defensa se han cumplido.

Dr. Mario Audelo G.
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

DERECHOS DE AUTORÍA

El trabajo de grado que presentamos, es original y basado en el proceso de investigación y/o adaptación tecnológica establecido en la Facultad de Mecánica de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. En tal virtud, los fundamentos teórico-científicos y los resultados son de exclusiva responsabilidad de los autores. El patrimonio intelectual e industrial le pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Víctor Manuel Herrera Dután

Carlos Rolando Vargas Sánchez

DEDICATORIA

El presente proyecto está dedicado a las personas que más amo y confiaron en mí en especial a mis padres, María Dután y Bolívar Herrera quienes supieron con su comprensión y amor incondicional guiarme por el camino del éxito.

A mi esposa Flor Mora por estar en los momentos más difíciles de mi vida brindándome su amor y apoyo, gracias por estar a mi lado.

A mis hijos Alexander y Mayerly, por darme fuerzas para seguir adelante y con su amor descubrí que todo esfuerzo vale la pena.

A mis hermanos José, Gladys, Edgar y Nelly, quienes siempre tuvieron una voz de aliento para no desmayar en la culminación de mis metas, les estaré eternamente agradecido.

Víctor Manuel Herrera Dután

A **DIOS**, por su presencia en mi vida, al fin te conozco y quiero conocerte más. Has cambiado mi mente, mi corazón y me has regalado tu espíritu. La vida se mira distinta con tus ojos, dame la fuerza para esperar en ti.

A **CESAR** por tu amor, el tiempo no ha podido borrarlo, tú siempre confiaste en mí, querido PADRE.

A **LAURA** por tu cariño, tus cuidados y tu comprensión, por ser el sustento incondicional, la mujer en la que todos podemos encontrar apoyo y cariño, adorada MADRE.

Para aquellas personas que me supieron brindarme el apoyo necesario para culminar mi carrera y estar siempre conmigo, ustedes queridos **HERMANOS**

Carlos Rolando Vargas Sánchez

AGRADECIMIENTO

Agradezco, a DIOS, por darme la sabiduría y guiarme para poder superar los obstáculos que se me presentaron en el trayecto de mi vida.

Un agradecimiento especial a mis queridos padres, Bolívar Herrera y María Dután quienes me brindaron su apoyo incondicional, los que siempre confiaron en mí y me enseñaron que todo en la vida requiere un sacrificio para alcanzar las metas, por quienes e culminado con éxito mi carrera universitaria.

Agradezco a mi querida esposa, Flor Mora que siempre está a mi lado para brindarme su apoyo en los momentos más difíciles de mi vida, ya que junto a ella he compartido los momentos más felices, también agradezco a mis dos amores Mayerly y Alexander quienes me brindaron todo su apoyo incondicional, a mis hermanos quienes me apoyaron en todo momento para enfrentar los obstáculos que se me presentaron en mi carrera.

Víctor Manuel Herrera Dután

El más sincero agradecimiento a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, en especial a la Escuela de Ingeniería Automotriz, por brindarnos la oportunidad de obtener una profesión y ser personas útiles a la sociedad.

En especial para toda mi familia, amigos, compañeros y personas que nos apoyaron de una u otra manera para culminar con éxito una etapa más de mi vida.

Vargas Sánchez Carlos Rolando

CONTENIDO

		Pág.
1.	GENERALIDADES	
1.1	Antecedentes.....	1
1.2	Justificación	1
1.3	Objetivos	2
1.3.1	<i>Objetivo general</i>	2
1.3.2	<i>Objetivos específicos</i>	2
2.	MARCO TEÓRICO	
2.1	Descripción del requerimiento	3
2.2	Principio de funcionamiento	3
2.3	Mecánica de fluidos.....	4
2.3.1	<i>Fluidos incompresibles</i>	4
2.3.2	<i>Fluidos compresibles</i>	5
2.3.3	<i>Principio de pascal</i>	5
2.4	Elementos hidráulicos	7
2.4.1	<i>Cilindros hidráulicos</i>	7
2.4.1.1	<i>Cilindros de simple efecto</i>	7
2.4.1.2	<i>Cilindro de doble efecto</i>	8
2.4.2	<i>Accesorios hidráulicos</i>	9
2.4.2.1	<i>Válvulas distribuidores 2/2</i>	9
2.4.2.2	<i>Válvulas distribuidoras 3/2</i>	10
2.4.2.3	<i>Válvulas anti retorno o bloqueo</i>	11
2.4.2.3	<i>Válvulas reguladoras de presión</i>	12
2.4.2.5	<i>Válvula reguladora de caudal</i>	12
2.5	Bombas	13
2.5.1	<i>Bombas centrifugas</i>	13
2.5.2	<i>Bombas rotatorias</i>	14
2.5.3	<i>Bombas reciprocantes o alternativas</i>	14
2.6	Vigas de soporte	15
2.6.1	<i>Tipos de apoyos</i>	15
2.6.2	<i>Fuerza cortante</i>	15
2.6.3	<i>Momento flexionante</i>	15
2.7	Principio de soldadura SMAW/GTAW	16
2.7.1	<i>Soldadura de arco manual</i>	16
2.7.1.1	<i>El proceso y sus partes del equipo</i>	17
2.7.1.2	<i>Electrodo</i>	17
2.7.2	<i>Soldadura GTAW o TIG</i>	19
2.7.3	<i>Juntas soldadas</i>	20
3.	DISEÑO Y SELECCIÓN DE LOS ELEMENTOS MECÁNICOS E HIDRÁULICOS	

3.1	Parámetros fundamentales para el diseño	22
3.1.1	<i>Capacidad máxima</i>	22
3.1.2	<i>Distancia máxima entre los ejes (2250 mm)</i>	22
3.1.3	<i>Ancho máximo del vehículo (1 700 mm)</i>	22
3.1.4	<i>Distancia mínima entre ruedas del vehículo (1000 mm- 1200 mm)</i>	22
3.2	Análisis de alternativa para el diseño	22
3.3	Estructura del elevador tipo tijera	23
3.4	Análisis de carga	23
3.5	Diseño mecánico mediante software CAE	24
3.5.1	<i>Diseño de la estructura del elevador de tipo tijera</i>	25
3.5.2.	<i>Estudio estático del elevador</i>	25
3.5.3	<i>Asignación de materiales</i>	26
3.5.4	<i>Aplicación de fuerzas</i>	28
3.5.5	<i>Establecer opciones de mallado</i>	28
3.5.6	<i>Animación de trazado</i>	30
3.5.7	<i>Crear el ensamblaje</i>	31
3.5.8	<i>Relación de posición de los componentes</i>	31
3.5.9	<i>Asignar materiales</i>	31
3.5.10	<i>Generar la malla de la pieza y efectuar el análisis</i>	32
3.5.11	<i>Generar un informe de la análisis</i>	33
3.5.12	<i>Análisis de tensión del soporte superior</i>	34
3.5.13	<i>Resultados del estudio</i>	38
3.6	Cálculo de los brazos de tijera del elevador	42
3.7	Cálculo de la fuerza del cilindro	54
3.8	Cálculo del travesaño	57
3.9	Cálculo de fatiga del perno	59
3.10	Cálculo del pasador del brazo de tijera	60
3.11	Cálculo del diámetro del cilindro	61
3.12	Selección de los componentes para el circuito hidráulico	62
3.13	Selección del cilindro hidráulico	62
3.14	Cálculo del caudal de bomba	63
3.15	Cálculo de la potencia del motor para la bomba	64
3.16	Cálculo de pérdidas del sistema	65
3.17	Determinación de la capacidad del reservorio del hidráulico	67
3.18	Selección de accesorios hidráulicos	68
3.19	Análisis de cordón de soldadura mediante software CAE	68
4.	PROCESOS DE CONSTRUCCIÓN Y MONTAJE DEL SISTEMA	
4.1	Procesos	75
4.1.2	<i>Definición de procesos</i>	75
4.1.3	<i>Tipos de procesos</i>	76
4.2	Manejo de materiales	76

4.3	Plan de producción	77
4.4	Hoja de proceso	77
4.5	Estudio de métodos	79
4.5.1	<i>Operación</i>	80
4.5.2	<i>Transporte</i>	80
4.5.3	<i>Inspección</i>	80
4.5.4	<i>Retraso</i>	80
4.5.5	<i>Almacenamiento</i>	80
4.5.6	<i>Actividades combinadas</i>	81
4.6	Elaboración del diagrama de operaciones del proceso	81
4.7	Secuencia de trabajo	81
5.	MEDIDAS DE SEGURIDAD Y MANTENIMIENTO DEL ELEVADOR ELECTRO HIDRÁULICO	
5.1	Montaje del elevador electro hidráulico	83
5.1.1	<i>Pasos de instalación</i>	83
5.1.2	<i>Posicionamiento</i>	83
5.2	Mantenimiento del elevador electro hidráulico	84
5.3	Revisión del pre funcionamiento diario (8 horas)	85
5.4	Mantenimiento de (30 – 40 días)	86
5.5	Mantenimiento anual	87
5.6	Seguridad	88
5.6.1	<i>Precauciones y medidas generales para el operario</i>	88
5.7	Pruebas de fiabilidad del elevador electro hidráulico	92
5.7.1	<i>Pruebas si cargas</i>	92
5.7.2	<i>Pruebas con cargas</i>	92
5.8	Manual de operación para el usuario	93
6.	ANÁLISIS DE COSTOS Y PRESUPUESTO	
6.1	Costos directos	95
6.1.1	Costos de materiales	95
6.1.2	Costos de mano de obra	96
6.1.3	Costos de equipos y herramientas.....	96
6.1.4	Costos de transporte	96
6.2	Costos indirectos	97
6.3	Costos total y presupuesto	97
7.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	
7.1	Conclusiones	98
7.2	Recomendaciones	98

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

LISTA DE TABLAS

Pág.		
1	Clasificación de bombas	13
2	Resistencia a la tensión, según designación	18
3	Posición de soldadura	19
4	Tipo de recubrimiento	19
5	Información del modelo	34
6	Propiedades de estudio	35
7	Unidades	35
8	Propiedades del material	35
9	Cargas	35
10	Restricciones	36
11	Información de la malla	37
12	Fuerzas de reacción del soporte superior	37
13	Fuerzas de reacción de la estructura tipo tijera	37
14	Valores de coeficiente de rozamiento estático	45
15	Propiedades de sección del tubo de 80x80x5 mm	49
16	Límite de fluencia del acero	50
17	Motor eléctrico	64
18	Caídas de presión de los elementos de circuito	67
19	Unidades del estudio de la soldadura	69
20	Información de malla de la soldadura	71
21	Fuerza de reacción	71
22	Procesos de construcción	78
23	Secuencia de trabajo	82
24	Proceso de instalación del elevador electro hidráulico	83
25	Elaboración del mantenimiento preventivo	85
26	Mantenimiento de 30 - 40 días	86
27	Mantenimiento anual	87
28	Medidas generales para el operario	89
29	Pruebas sin carga	92
30	Pruebas con cargas	92
31	Manual de operación	93
32	Costos de materiales	95
33	Costo de mano de obra	96
34	Costo de equipos y herramientas	96
35	Costo de transporte	97
36	Costos indirectos	97

LISTA DE FIGURAS

Pág.		
1	Distribución de fuerzas en una prensa hidráulica.....	4
2	Componentes del cilindro de simple efecto	8
3	Componentes del cilindro de doble efecto	9
4	Posiciones de las válvulas distribuidoras 2/2	10
5	Descripción de la válvula 3/2	10
6	Simbología de válvulas de bloqueo	11
7	Simbología de válvulas reguladoras de presión	12
8	Simbología de válvulas reguladoras de caudal	12
9	Bomba centrífuga	14
10	Bomba recíproca	15
11	Diagrama esquemático del proceso de soldadura	16
12	Equipo básico de soldadura	17
13	Clasificación AWS A5.1 Para electrodos	18
14	Soldadura GTAW o TIG	20
15	Diseño de juntas soldadas	21
16	Estructura del elevador	23
17	Animación de la estructura	25
18	Análisis estático del elevador	26
19	Tipo de material para la estructura	27
20	Asignación de material para la estructura	27
21	Aplicación de fuerzas para la estructura	28
22	Creación del mallado soporte superior	29
23	Creación del mallado de la estructura tipo tijera	29
24	Resultado del desplazamiento estático	30
25	Asignación del material del soporte superior	32
26	Asignación del material de la estructura tipo tijera	32
27	Opciones de información de análisis	34
28	Tensiones de la estructura del soporte superior	38
29	Deformaciones unitarias del soporte superior	38
30	Desplazamiento del soporte superior	39
31	Factores de seguridad del soporte superior	39
32	Tensión de la estructura tipo tijera	40
33	Desplazamiento de la estructura tipo tijera	40
34	Deformaciones unitarias de la estructura tipo tijera	41
35	Factor de seguridad del soporte superior	41
36	Esquema simplificado	43
37	Designación de ángulos internos	43
38	Designación de fuerzas y reacciones del elemento 1	44
39	Diagrama del elemento 1	48
40	Aplicación de fuerzas y reacciones elemento 2	51
41	Diagrama del elemento 2	53
42	Fuerzas actuantes en el elevador	55
43	Componentes de las fuerzas actuantes de cilindro F_G	57
44	Diagrama fuerzas del travesaño	57

45	Propiedades de la sección del tubo rectangular macizo	58
46	Diagramas del travesaño	59
47	Pasador de brazo de tijera	60
48	Designación del cilindro hidráulico	62
49	Selección del cilindro hidráulico	63
50	Circuito hidráulico accionado	65
51	Simulación de análisis de soldadura	68
52	Información del modelo	69
53	Propiedades del material	69
54	Sujeciones	70
55	Carga	70
56	Información de contacto	70
57	Información de malla - detalles	71
58	Resultado de estudio de soldadura	72
59	Deformación unitaria	72
60	Factor de seguridad	73
61	Factor de seguridad de soldadura	73
62	Posicionamiento del elevador	83
63	Preparación del suelo para el elevador	84
64	Medidas de seguridad	90
65	Señales de seguridad	90
66	Señal de advertencia	91
67	Señal de capacidad máxima.....	91
68	Señal de área	91
69	Señal franjas de seguridad	91

SIMBOLOGÍA

P	Potencia	Hp
V	Volumen	m^3
W	Peso	Kg
ρ	Densidad	Kg/m^3
M	Momento	Kg/m^2
Q	Caudal	G.p.m
F	Fuerza	N
P	Presión	N/m^2

LISTA DE ABREVIACIONES

PMS	Punto muerto superior
PMI	Punto muerto inferior
SMAW	Soldadura de arco manual
GTAW	Soldadura con electrodo de tungsteno
CAD	Dibujo asistido en computador
MEF	Métodos de elementos finitos
GPM	Galones por minuto
SAE	Sociedad de ingenieros automotrices
AWS	Sociedad Americana de Soldadura (American Welding Society)

RESUMEN

Se ha diseñado y construido un elevador electro hidráulico tipo tijera de baja altura para vehículos de hasta dos toneladas y media, para la implementación del laboratorio de la escuela de Ingeniería Automotriz, se compone de dos sistemas: un mecánico y un electro hidráulico, con el objetivo de contar con un equipo, que sirve para elevar los automotores y poder realizar mantenimiento preventivo y correctivo como prácticas para los estudiantes de la carrera.

Al observar la necesidad de contar con el elevador se procedió a realizar cálculos y diseñar su estructura lo cual posteriormente fue verificado con el apoyo de un software CAE. Así mismo, de esta fase se pudo determinar el requerimiento de materiales para su construcción.

El sistema mecánico se compone de una plataforma formada por perfiles y tubos cuadrados soldados entre sí, la plataforma se acopla a la base del vehículo para mayor seguridad la cual permite, elevar la parte inferior del chasis con total estabilidad, posee brazos de expansión para vehículos de mayor amplitud, y contiene tacos de altura regulables contruirdos de acero y material antideslizante.

El sistema hidráulico está compuesto por dos vástagos y una bomba accionada por un motor eléctrico, posee la fuerza necesaria para elevar los automóviles cada quince centímetros, dando seguridad ante descensos del vehículo no deseados y así evitar accidentes. Por existir espacios reducidos en el taller el diseño del elevador es portátil para que pueda ser trasladado.

ABSTRAC

It was is designed and built an electro-hydraulic lifting scissor type of low rise for vehicles up to two tons and a half, to implement the school laboratory of Automotive Engineering, which consist of two systems: a mechanical and electro hydraulic, with the aim of having an equipment to raise vehicles and to make automotive preventive and corrective maintenance, also for students to practice according to their career.

Seeing the need for the elevator it was proceeded to perform calculations and design structure which was later verified with the support of the CAE software. Also, in this phase it was determined the requirement of building materials.

The mechanicals system consist of a platform formed by profiles and square tubes welded together, the platform is coupled to the vehicle base for extra security which allows to lift the bottom of the chassis with complete stability, and its expanding arms allow larger vehicle to be lifted too, and height adjustable cleats, made of steel and non-slip material.

The hydraulic system consist of two rods and an electric motor driven pump, it has the strength necessary to lift the car every fifteen centimeters, providing security against unwanted vehicle decreases and so avoid accidents. Because of the reduced space in the workshops, the elevator design is portable so it can be moved.

CAPÍTULO I

1. GENERALIDADES

1.1 Antecedentes

La Escuela Superior Politécnica de Chimborazo se creó con la misión de formar profesionales de alto nivel en conocimiento tecnológico, científico y humanístico en todas sus carreras profesionales para el desarrollo económico a nivel nacional.

En la Escuela de Ingeniería Automotriz, al momento no existe un elevador electro hidráulico tipo tijera, por esa razón hemos visto la necesidad de diseñar y construir esta herramienta de gran utilidad para lo cual debemos aplicar conocimientos adquiridos en las asignaturas, como son: Bombas y Ventiladores, Diseño de Elementos de Máquinas, Mecanismos, Taller Mecánico, Selección de materiales.

Es así que surge la necesidad de diseñar y construir un elevador con la finalidad que los estudiantes al realizar las prácticas en el taller lo realicen con menos esfuerzo, más comodidad, y salvaguardando la seguridad del estudiante.

1.2 Justificación

Uno de los objetivos principales de la construcción del elevador electro hidráulico es optimizar los tiempos dentro de un taller o empresa para una mayor productividad. Este equipo nos permite realizar diferentes tipos de trabajo tanto en mantenimiento preventivo y correctivo del automotor.

El equipo permite facilitar a la formación académica de los estudiantes mediante la práctica y a su vez brindar un servicio dentro de la institución como a la sociedad. La construcción del elevador consta de una estructura sólida que puede ser trasladado a diferentes lugares cumpliendo con la necesidad del operario.

El proyecto consta de un sistema, de fácil manipulación, mayor seguridad para el personal al momento de utilizar el equipo y no necesita mayor inversión para la construcción del elevador.

La construcción del elevador electro hidráulico debe satisfacer los aspectos de gran calidad para que realicen los estudiantes las prácticas de una forma técnica.

1.3 Objetivos

1.3.1 *Objetivo general.* Diseñar y Construir un elevador electro hidráulico tipo tijera de baja altura para vehículos de hasta dos toneladas y media de peso, para implementación del laboratorio de la Escuela de Ingeniería Automotriz.

1.3.2 *Objetivos específicos:*

Seleccionar los materiales para la construcción.

Planificar la construcción y montaje del sistema.

Elaborar el plan de mantenimiento y seguridad.

Realizar el análisis de costos.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Descripción del requerimiento

Los requerimientos que se desea del elevador electro hidráulico nos lleva a pensar cuales son las exigencias a las cuales va a estar sometido el mismo. Estas exigencias se obtienen entre otras formas, formulando preguntas al operador tales como: ¿Cuál es la necesidad? Esta pregunta, que representa una de las principales. ¿Por qué y para que se requiere satisfacer esta necesidad?

El operario presentó las necesidades requeridas para el elevador electro hidráulico, y fueron las siguientes:

Diseñar el elevador electro hidráulico, que permita realizar mantenimientos preventivos y correctivos en los automóviles con mayor efectividad.

El operario manifestó que en nuestro medio, la mayoría de este tipo de mantenimiento lo hacen por medios artesanales y que una de las exigencias era que el costo sea económico, así como la de presentar versatilidad en el uso del mismo y que pueda adaptarse a diferente tipos de modelos de vehículos para su elevación.

2.2 Principio de funcionamiento

La potencia del elevador se diseñará y construirá tomando como base el funcionamiento de la prensa hidráulica, con una correcta selección y diseño que constituyen la estructura. (LINCON, Principio de funcionamiento, 2002, págs. 25-26)

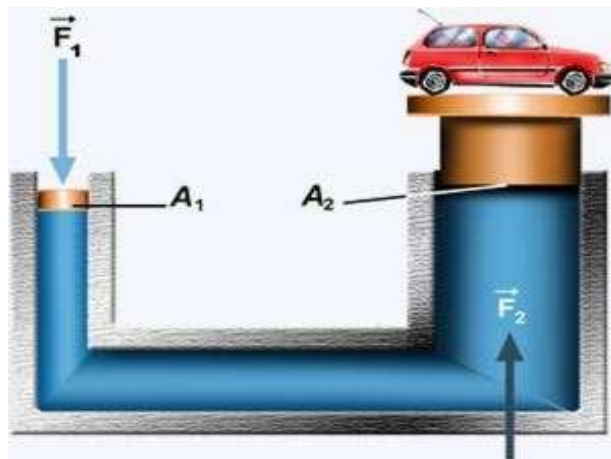
Para el principio de funcionamiento del Elevador Electro Hidráulico de tipo tijera debe constar de los siguientes partes:

- Cilindros
- Aceite hidráulico
- Motor eléctrico

- Bomba
- Mangueras

El elevador es una estructura metálica que utiliza la geometría y funcionamiento de las tijeras, para aumentar el torque mediante la fuerza que será aplicada por dos cilindros hidráulicos (la distancia que será un factor a calcular dependiendo el peso requerido para el elevador).

Figura 1. Distribución de fuerzas en una prensa hidráulica



Fuente: http://www.principio_de_pascal.html

La bomba sería el aplicador de la fuerza que permitiría levantar el vehículo en el caso del elevador. Para el funcionamiento del elevador se utiliza un fluido incomprensible siendo este el agente transmisor de la fuerza, las mangueras por donde recorre fluido debe ser de alta presión por la fuerza que ejerce en si la bomba.

2.3 Mecánica de fluidos

Una de las asignaturas importantes de la ingeniería, es la parte hidráulica conocida mejor como mecánica de fluidos. La cual permite la elaboración y construcción de circuitos en donde se puede utilizar la máxima capacidad de los líquidos, tomando muy en cuenta el principio de Pascal. (FAY, 2003, pág. 176)

2.3.1 Fluidos incompresibles. En un fluido incompresible, la densidad siempre permanece constante con el tiempo, y tiene la capacidad de oponerse a la compresión del mismo bajo cualquier condición.

Por esta razón, para simplificar las ecuaciones de la mecánica de fluidos, se considera que los líquidos son incompresibles. Esto significa que la densidad de tal fluido se supone constante.

$$\rho = \rho_0 = \text{constante}$$

La densidad se utiliza para determinar si un fluido es incompresible o compresible. Si la densidad del fluido es fija (constante), el fluido es incompresible; esto quiere decir que ni la masa ni el volumen del fluido puede cambiar.

El agua es un fluido casi incompresible. Es decir, que la cantidad de volumen y la cantidad de masa permanecerán prácticamente iguales, aún bajo presión. Un fluido con muchas moléculas muy juntas unas de otras tiene una densidad alta; uno que tiene pocas moléculas y muy separadas, tendría una densidad más baja.

2.3.2 Fluidos compresibles. Todos los fluidos son compresibles, incluyendo los líquidos. Cuando estos cambios de volumen son demasiado grandes se opta por considerar el flujo como compresible (que muestran una variación significativa de la densidad como resultado de fluir), esto sucede cuando la velocidad del flujo es cercano a la velocidad del sonido.

La compresibilidad de un flujo es básicamente una medida en el cambio de la densidad. Los gases son en general muy compresibles, en cambio, la mayoría de los líquidos tienen una compresibilidad muy baja.

Por ejemplo, una presión de 500 KPa provoca un cambio de densidad en el agua a temperatura ambiente de solamente 0.024%, en cambio esta misma presión aplicada al aire provoca un cambio de densidad de 250%.

Por esto normalmente al estudio de los flujos compresibles se le conoce como dinámica de gases, siendo esta una nueva rama de la mecánica de fluidos, la cual describe estos flujos.

2.3.3 Principio de Pascal. La presión ejercida por un fluido incompresible y en equilibrio dentro de un recipiente de paredes indeformables, se transmite con igual intensidad en todas las direcciones y en todos los puntos del fluido.

El principio de Pascal puede ser interpretado como una consecuencia de la ecuación fundamental de la hidrostática el cual es del carácter altamente incompresible de los líquidos. En esta clase de fluidos la densidad es prácticamente constante, de modo que de acuerdo con la ecuación.

$$p = p_o + \rho gh \quad (1)$$

Dónde:

p	Presión total a la profundidad deseada.
p_o	Presión sobre la superficie libre del fluido.
ρ	Densidad del fluido.
g	Aceleración de la gravedad.
h	Altura, medida en metros.

Si se aumenta la presión sobre la superficie libre, la presión total en el fondo ha de aumentar en la misma medida, ya que el término (ρ , g , h) no varía, al no hacerlo la presión total (obviamente si el fluido fuera compresible, la densidad del fluido respondería a los cambios de presión y el principio de Pascal no podría cumplirse).

El principio de Pascal fundamenta el funcionamiento de las genéricamente llamadas maquinas hidráulicas como son: la prensa, el gato, el freno, el ascensor y para nosotros el elevador. (FAY, 2003, pág. 178)

El recipiente lleno de líquido de la Fig. (1) consta de dos cuellos de diferente sección cerrados con sendos tapones ajustados y capaces de desplazarse libremente dentro de los cilindros. Si se ejerce una fuerza (F_1) sobre el pistón pequeño, la presión ejercida se transmite, tal como lo observó Pascal, a todos los puntos del fluido dentro del recinto y produce fuerzas perpendiculares a las paredes.

En particular, la porción de pared representada por el pistón grande (A_2) siente una fuerza (F_2) de manera que mientras el pistón chico baja, el grande sube. La presión sobre los pistones es la misma, no así la fuerza.

$$P = F/A \quad (2)$$

$$P_1 = P_2 \text{ (La presión interna es la misma para todos los puntos)}$$

$$F_1/A_1 = F_2/A_2$$

$$F_2 = F_1 \cdot (A_2/A_1)$$

La relación A_2/A_1 Permite obtener mayor fuerza (F_2)

Por ejemplo, la superficie del pistón grande es cuatro veces del pequeño, entonces el módulo de la fuerza obtenida en el será el cuádruple de la fuerza ejercida en el pequeño.

La prensa hidráulica, al igual que las palancas mecánicas, no multiplica la energía. El volumen de líquido desplazado por el pistón pequeño se distribuye en una capa delgada en el pistón grande, de modo que el producto de la fuerza por el desplazamiento (el trabajo) es igual en ambas ramas.

2.4 Elementos hidráulicos

2.4.1 Cilindros hidráulicos. Son elementos capaces de producir trabajo desplazando una carga con movimiento rectilíneo. En los cilindros se aloja en su interior un émbolo que es empujado por el fluido haciendo que se desplace el vástago.

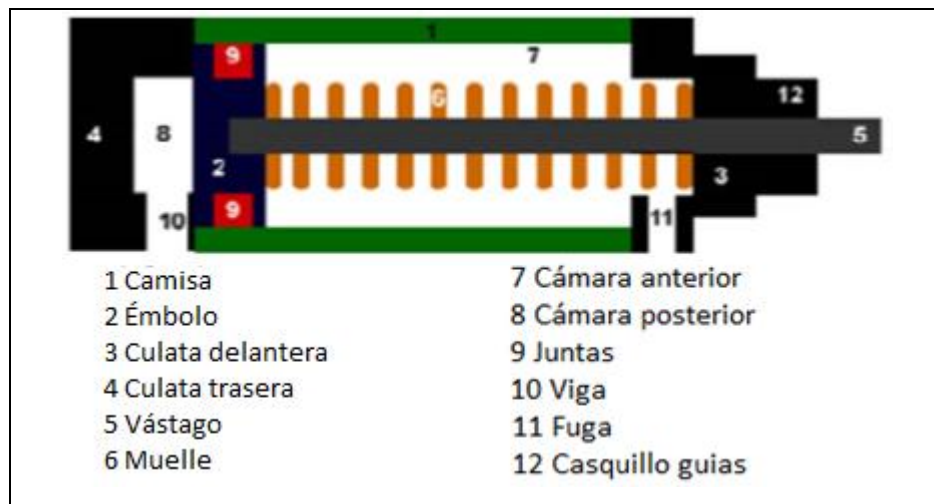
Hay varios tipos de cilindros, los más importantes son los cilindros de simple efecto y los de doble efecto.

2.4.1.1 Cilindros de simple efecto. Estos cilindros tienen una sola conexión de fluido. El trabajo se produce en una sola dirección del movimiento. Un resorte o muelle permite retroceder el émbolo a su posición inicial.

Para evitar fugas de fluido entre el pistón y la camisa, se colocan juntas de estanqueidad sobre el pistón y su vástago, estas juntas son de un material flexible (cauchos) que se adapta a las paredes de la camisa, evitando las fugas llamadas también retenedores.

Solo se utilizan cuando la fuerza necesaria y el movimiento rectilíneo son pequeños ya que el muelle restringe el movimiento. Es recomendable que la carrera no exceda en tres veces el diámetro.

Figura 2. Componentes del cilindro de simple efecto



Fuente: <http://www.lbservice.com.ar/index.php/ne>

Funcionamiento básico del cilindro de simple efecto:

Cuando ingresa el fluido con una cierta fuerza por la vía (10), se llena de fluido la cámara posterior (8), el muelle se contrae (6) expulsando el aire atmosférico por el orificio de fuga (11) y desplazando el vástago o pistón (5).

Existen ventajas y desventajas en el uso de este cilindro, por este motivo es aconsejable conocerlo.

Por una parte, si lo comparamos con otro cilindro de doble efecto que disponga de las mismas características, su consumo es de la mitad. Pero por otra parte, al tener un muelle en su interior, el vástago no puede realizar recorridos superiores a los 110 mm.

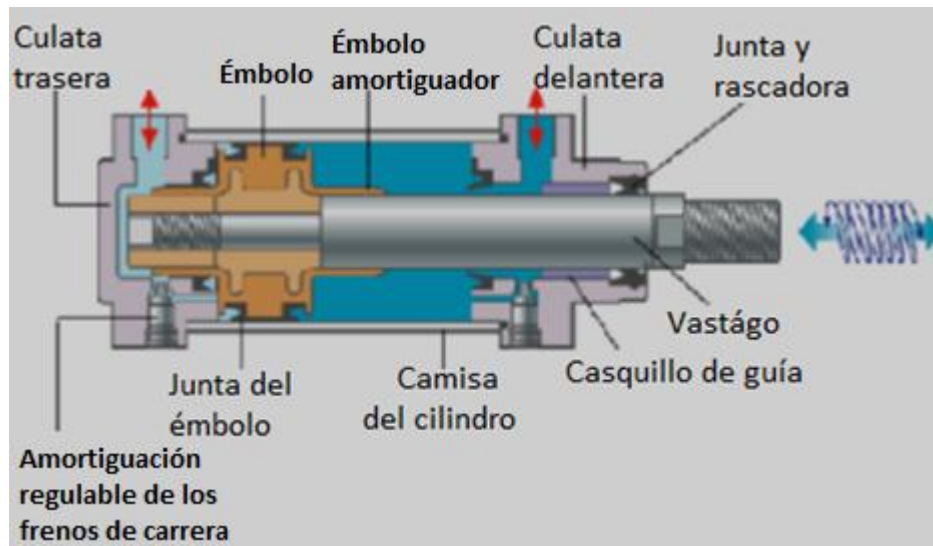
2.4.1.2 Cilindros De Doble Efecto. En los cilindros de doble efecto, el trabajo se realiza en las dos direcciones, carecen de muelle. Permiten realizar mayores carreras además de posicionar el vástago en cualquier posición intermedia.

El área de la cara posterior es menor que la de la cara frontal, luego para una misma presión las fuerzas serán diferentes debido a la diferencia entre áreas. Para evitar este problema se construyen los cilindros de doble efecto y doble vástago.

Los cilindros de doble efecto se emplean especialmente en los casos en que el émbolo tiene que realizar una misión también al retornar a su posición inicial.

En principio, la carrera de los cilindros no está limitada, pero hay que tener en cuenta el pandeo y doblado que puede sufrir el vástago salido. También en este caso, sirven de empaquetadura los labios y émbolos de las membranas.

Figura 3. Componentes del cilindro de doble efecto



Fuente: <http://www.kalipedia.com/tecnología/cilindros.html>

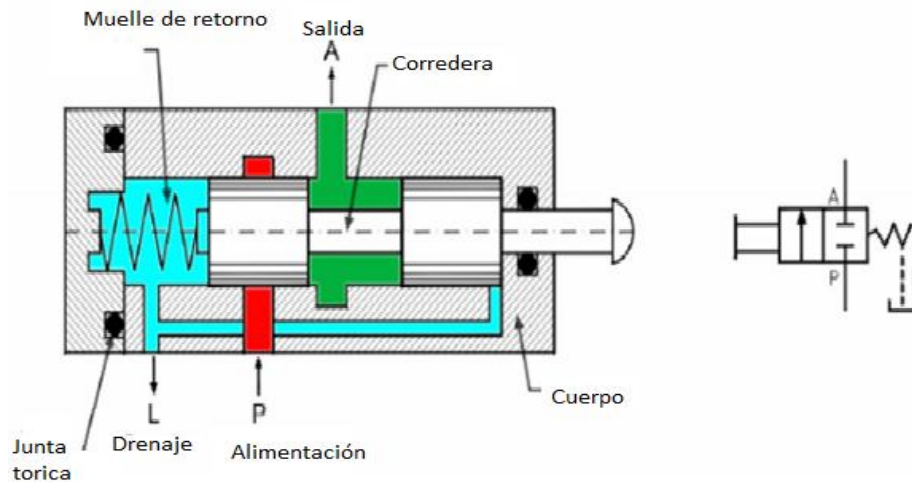
Existen ventajas y desventajas en el uso de este cilindro, por este motivo es aconsejable conocerlo.

El cilindro de doble efecto consta con muelle de retorno incorporado, permite realizar trabajos en los dos sentidos, no se pierde fuerza para dejar de comprimir al muelle, no se aprovecha toda la longitud del cuerpo del cilindro como carrera útil.

2.4.2 Accesorios hidráulicos. Sirven para transmitir y controlar potencia a través de los líquidos a presión, se requiere un conjunto de componentes interconectados. Se refiere comúnmente al conjunto como sistema, el número y el conjunto de componentes varían de sistema a sistema, dependiendo del uso particular.

2.4.2.1 Válvulas distribuidoras 2/2. Gobiernan el paso del fluido abriendo o cortando. Se emplean para abrir y cerrar circuitos hidráulicos. (VALLECILLA, 2004, pág. 6)

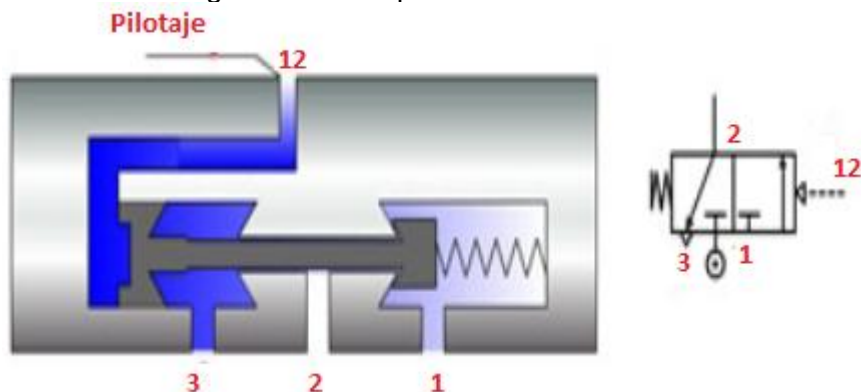
Figura 4. Posiciones de las válvulas distribuidoras 2/2



Fuente: http://www.unioviado.es/Areas/Mecanica.Fluidos/docencia/_asignaturas/maquinas_hidraulicas_organizacion/05_VDs.pdf

2.4.2.2 Válvulas distribuidoras 3/2. Se utilizan para accionar cilindros de simple efecto. La figura muestra una válvula de corredera de tres vías (orificios 1,2 y 3) y dos posiciones: vía de presión (1) cerrada y vía de utilización (2), comunicada con el escape (3) o vía (1) comunicada con (2 y 3) cerrada.

Figura 5. Descripción de la válvula 3/2



Fuente: <http://sitioniche.com/valvula%20distribuidora.html>

En esta válvula ya no cabe hablar de posición de reposo, ya que puede adoptar de forma estable cualquiera de las posiciones cuando la válvula se encuentra sin conectar al circuito.

Estas válvulas que no tienen muelle de reposición se denominan bi estables, de memoria o de impulsos. Bi estables porque pueden ocupar cualquiera de las posiciones en la situación de reposo de la válvula. De memoria: porque retienen la posición adquirida por la última orden recibida. De impulso porque basta con un

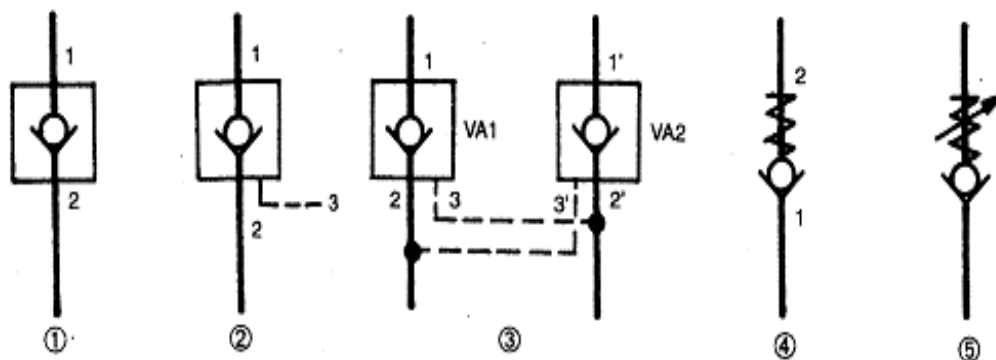
impulso (manual, mecánico, eléctrico, hidráulico o neumático) para adquirir y mantener la posición obtenida con la orden dada.

Las válvulas 3/2 se utilizan en aquellas aplicaciones en las que se requiera gobernar el flujo hidráulico en una sola tubería, como el gobierno de cilindros de simple efecto o el gobierno del pilotaje neumático de válvulas.

2.4.2.3 Válvulas de Anti retorno o bloqueo. Las válvulas de bloqueo o anti retorno impiden el paso de fluido a presión en un sentido y le dejan pasar en el otro. Se emplea para evitar el retorno del líquido del sistema hidráulico (o del aire en un sistema neumático) a la bomba hidráulica (o al depósito de aire comprimido).

Estas válvulas están intercaladas en el circuito y constan de un muelle que esta tarado o calibrado a una cierta tensión que empuja a una bola o un disco contra un asiento cónico. Cuando la presión del fluido supera la fuerza del muelle, la bola se separa del asiento cónico y el fluido circula.

Figura 6. Simbología de válvulas de bloqueo



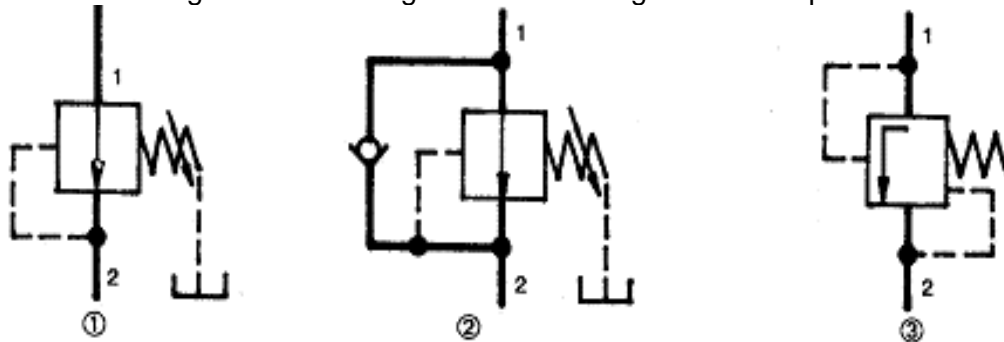
Fuente: <http://sitioniche.nichese.com/limitadora-hidra2.html>

1. Fluido en el sentido 2-1. Se corta su paso al venir o regresar por uno.
2. Fluido en el sentido 2-1. Se puede abrir paso por 3.
3. Dos válvulas anti retornos conectadas entre sí utilizadas en pequeños circuitos hidráulicos que permiten su paso por medio de 3 y 3' de 1-2' y de 1'-2.
4. Válvula de bloqueo con presión límite dada que permite el paso del fluido de 1-2 más no de 2-1. El flujo 1-2 se logra venciendo la fuerza de bloqueo.
5. Válvula de bloqueo con presión límite regulada manualmente.

2.4.2.4 Válvulas Reguladoras de Presión. Las válvulas limitan la presión máxima del circuito. Se basa en el equilibrio entre la presión y la fuerza del muelle.

Se utilizan en todos los circuitos hidráulicos y neumáticos como sistema de seguridad; se trata a un valor predeterminado y desvían el caudal hacia retorno cuando se alcanza el valor de presión estipulado.

Figura 7. Simbología de válvulas reguladoras de presión

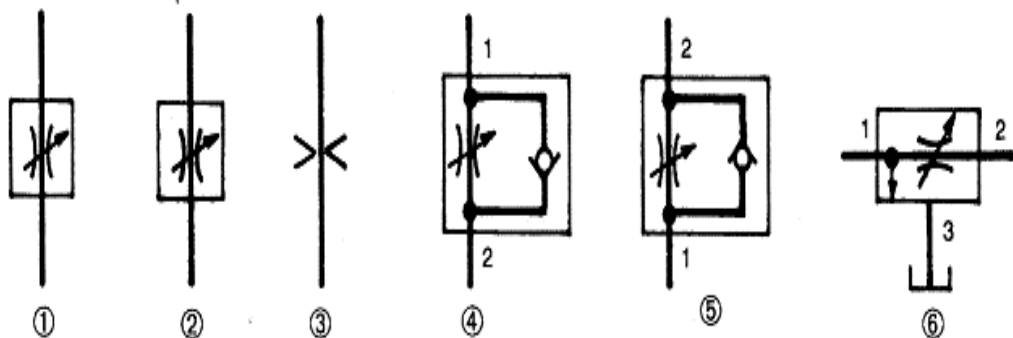


Fuente: <http://sitioniche.nichese.com/valvula%20regulacion.html>

1. Símbolo general de una válvula reductora de presión. Permite regular la presión a utilizarse.
2. Válvula reductora de presión de una sola vía.
3. Válvula reductora de presión que funciona de forma diferencial entre las presiones de 1 a 2.

2.4.2.5 Válvulas Reguladoras de Caudal. Este tipo de válvula se utiliza como reguladoras de caudal. La aplicación más común es para regular la velocidad de salida del vástago de un cilindro.

Figura 8. Simbología de válvulas reguladoras de caudal



Fuente: <http://www.eointernacional.com./html/perifcen011.htm>

1. Símbolo general del regulador de caudal.
2. Regulador de caudal con regulación posible.
3. Reducción de la tubería en un caso dado para la reducción de caudal en un punto específico.
4. Regulador de caudal de 2 – 1. En una dirección.
5. Regulador de caudal unidireccional.
6. Regulador de caudal de 1 – 2. Con descarga del flujo en la vía tres.

2.5 Bombas

Una bomba es una maquina hidráulica generadora que transforma la energía mecánica con la que es accionada en energía hidráulica del fluido incompresible que mueve. El fluido incompresible puede ser líquido o una mezcla de líquidos y sólidos.

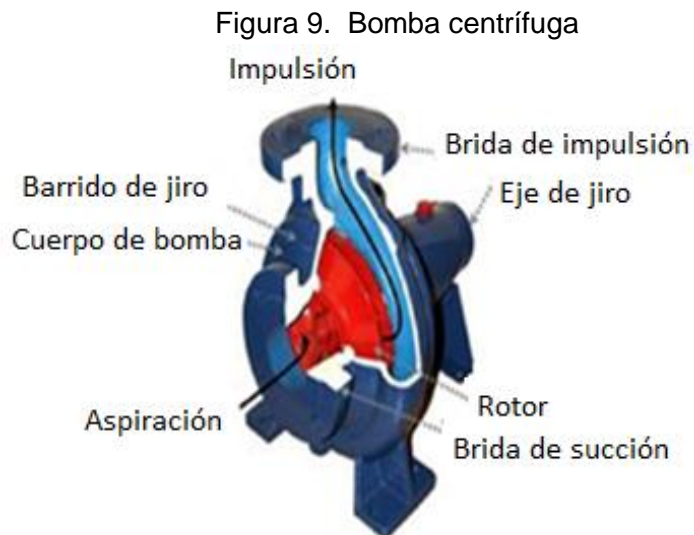
Tabla 1. Clasificación de Bombas

	CLASE	TIPO
ROTO DINÁMICAS	CENTRÍFUGAS Y PERIFÉRICAS	Voluta Difusor Turbina Regenerativa Turbina Vertical Flujo Mixto Flujo Axial
		Engranaje Álabe Leva y Pistón Tornillo Lóbulo Bloque de vaivén
DESPLAZAMIENTO POSITIVO	ROTATORIAS	Acción directa Potencia Diafragma Rotatoria Pistón
	RECIPROCANTES	

Fuente: <http://www.todomonografias.com/industria-y-materiales/bombas/>

2.5.1 Bombas centrífugas. Una bomba centrífuga es un tipo de bomba hidráulica que transforma la energía mecánica de un impulsor rotatorio llamado rodete en energía cinética y potencial requeridas. (ALVAREZ, 2003, págs. 241-242)

El fluido entra por el centro del rodete, que dispone de unos alabes para conducir el fluido, y por efecto de la fuerza centrífuga es impulsado hacia el exterior, donde es recogido por la carcasa o cuerpo de la bomba, que por el contorno su forma lo conduce hacia las vías en forma de tubos de salida o hacia el siguiente rodete que será la siguiente etapa. (VALLECILLA, 2004, pág. 9)



Fuente: http://es.wikipedia.org/wiki/Bomba_centrifuga

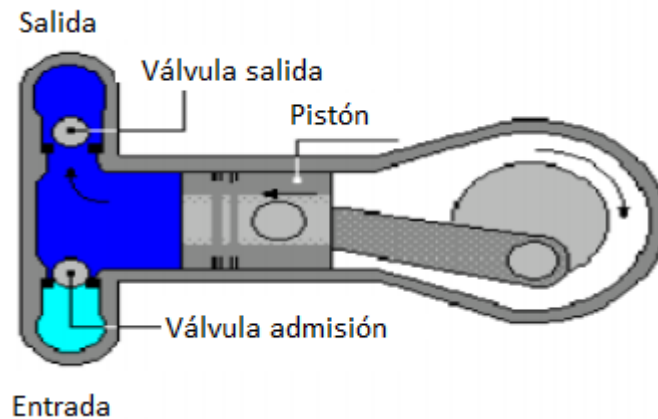
2.5.2 Bombas rotatorias. Produce caudal al transportar el fluido entre los dientes de dos engranajes acoplados. Uno de ellos es accionado por el eje motriz de la bomba, y este hace girar al eje libre.

2.5.3 Bombas reciprocantes o alternativas. Las bombas alternativas o recíprocas son también unidades de desplazamiento positivo descargan una cantidad definida de líquido durante el movimiento del pistón o émbolo a través de la distancia de carrera. En este tipo de bombas el fluido se desplaza mediante movimiento alternativo; al moverse en un sentido succiona y en el sentido inverso expulsa.

El flujo de descarga de las bombas centrífugas y de la mayor parte de las bombas rotatorias es continuo. Pero en las bombas alternativas el flujo pulsa, esto puede reducirse con una cámara colchón o pulmón regulador.

Igual que otras bombas, las bombas alternativas no succionan los líquidos. Reducen solamente la presión en la cámara de succión y la presión externa, generalmente la atmosférica, empuja el líquido en la bomba potencia.

Figura 10. Bomba recíproca



Fuente: <http://cucobooms.wordpress.com/about/>

2.6 Vigas de soporte

La viga es un elemento estructural diseñado para soportar cargas aplicados en varios puntos (cargas concentradas) o distribuidas a lo largo del elemento. En la mayoría de los casos, las cargas son perpendiculares al eje de la viga y únicamente ocasionarán corte y flexión. El diseño de una viga para que soporte de manera más efectiva las cargas aplicadas involucra dos aspectos.

1. Determinar las fuerzas cortantes y momentos flectores.
2. Seleccionar la sección transversal.

2.6.1 Tipos de apoyo. Encontramos tres tipos de apoyos, tales como:

- Viga simplemente apoyada.
- Viga con voladizo.
- Viga en voladizo.

2.6.2 Fuerza cortante. Las fuerzas cortantes son fuerzas internas que se generan en el material de una viga para equilibrar las fuerzas aplicadas externamente y para garantizar el equilibrio en todas sus partes. (SHIGLEY, 204, pág. 832)

2.6.3 Momento flexionante. Es producido en las vigas aplicando cargas perpendiculares a la viga. Debido a los momentos flexionantes la viga asume una figura curvada o flexionada, tomando en cuenta que la fuerza puede ser aplicada en cualquier parte de la viga, no necesariamente en su inicio o final.

2.7 Principio de soldadura SMAW/ GTAW

2.7.1 Soldadura de arco manual. Proceso de soldadura de arco manual o SMAW es también conocida como soldadura de electrodo cubierto, soldadura de varilla o soldadura de arco eléctrico, es la más antigua y más versátil de todos los diferentes procesos de soldadura de arco.

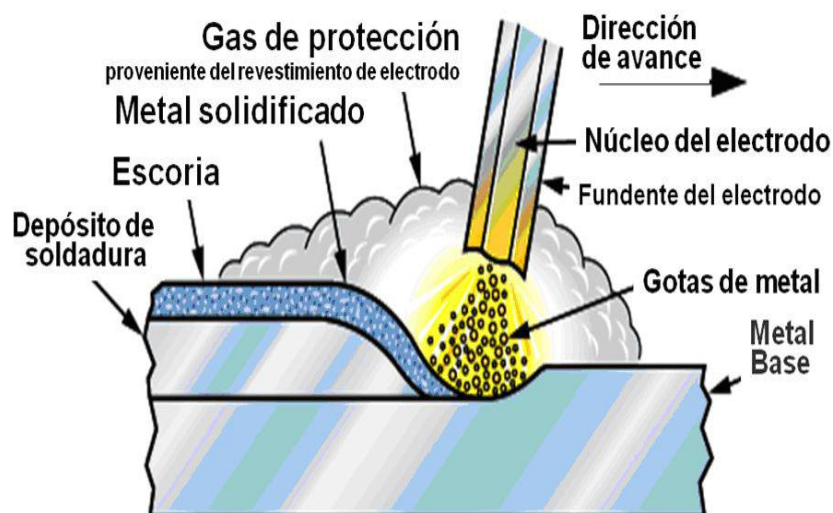
El arco eléctrico se mantiene entre el final del electrodo revestido y la pieza a soldar, cuando el metal se funde, las gotas del electrodo se transfieren a través del arco al baño del metal fundido, protegiéndose de la atmósfera por los gases producidos en la descomposición del revestimiento.

La escoria fundida flota en la parte superior del baño de soldadura, donde protege al metal depositado de la atmósfera durante el proceso de solidificación. La escoria debe eliminarse después de cada pasada de soldadura.

Se fabrican diferentes tipos de electrodos, a menudo conteniendo aleaciones que proporcionan resistencia, dureza y ductilidad a la soldadura. El proceso, se utiliza principalmente para aleaciones ferrosas para unir estructuras de acero, en construcción naval y en general en trabajos de fabricación metálica.

A pesar de ser un proceso relativamente lento, debido a los cambios del electrodo y a tener que eliminar la escoria, aún sigue siendo una de las técnicas más flexibles y se utiliza con ventaja en zonas de difícil acceso.

Figura 11. Diagrama esquemático del proceso de soldadura



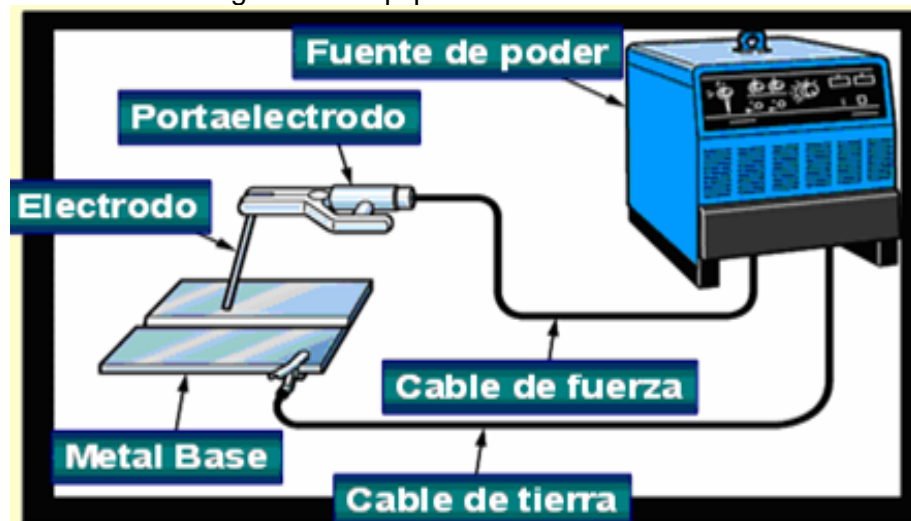
Fuente: <http://www.lapentasrl.com.ar/?c=arco-manual>

1. Electrodo
2. Atmósfera de protección
3. Escoria
4. Metal base
5. Metal fundido del núcleo del electrodo
6. Depósito de soldadura o cordón de soldadura

2.7.1.1 El Proceso y sus partes del equipo. Consiste en la utilización de un electrodo con un determinado recubrimiento, según sea las características específicas, y que describiremos brevemente enseguida. A través del mismo se hace circular un determinado tipo de corriente eléctrica, ya sea esta de tipo alterna o directa.

Se establece un corto circuito entre el electrodo y el material base que se desea soldar o unir, este arco eléctrico puede alcanzar temperaturas del orden de los 5500 °C, depositándose el núcleo del electrodo fundido al material que se está soldando, de paso se genera mediante la combustión del recubrimiento, una atmosfera que permite la protección del proceso, esta protección se circunscribe a evitar la penetración de humedad y posibles elementos contaminantes.

Figura 12. Equipo Básico de Soldadura



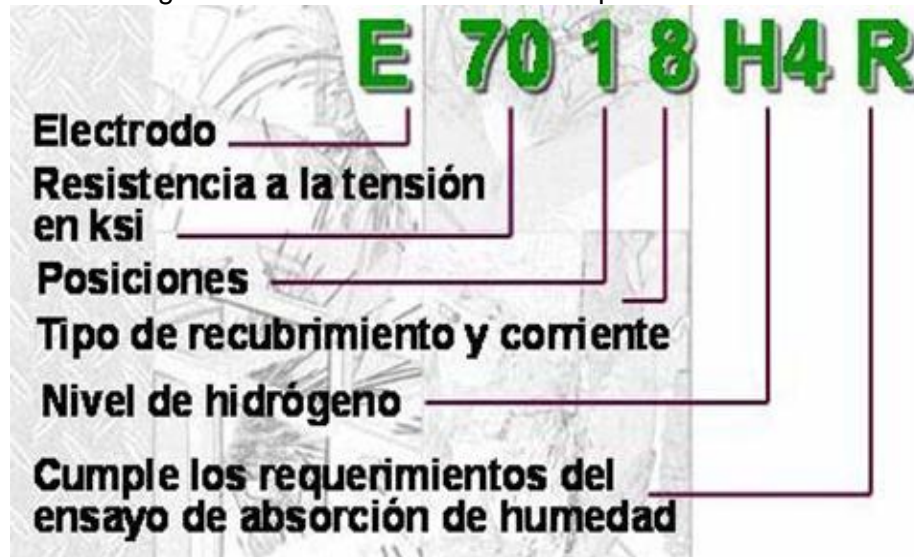
Fuente: <http://andresmurillo-murillo.blogspot.com/soldadura-por-arco-electrico.html>

2.7.1.2 El electrodo. Como ya hemos visto, para poder realizar este proceso de soldadura al arco con electrodo recubierto, se dispone de una gran diversidad de tipos de electrodos, cada uno de ellos se selecciona en base al material de que está

constituido su núcleo, así como por su tipo de recubrimiento y además por el diámetro del electrodo.

La AWS. (American Welding Society) ha normalizado su diseño y utilización.

Figura 13. Clasificación AWS A5.1 para Electrodos



Fuente: <http://es.wikipedia.org/wiki/Electrodo>

Tabla 2. Resistencias a la tensión, según designación

Clasificación AWS	Valores Mínimos	
	Resistencia a la tensión (lb/pulg ²)	Límite de cadencia (lb/pulg ²)
E60XX	62,000	50,000
E70XX	70,000	57,000
E80XX	80,000	67,000
E90XX	90,000	77,000
E100XX	100,000	87,000
E100XX ^a	110,000	95,000
E110XX ^a	110,000	95,000
E120XX ^a	120,000	107,000
En este tipo de electrodos se utiliza recubrimiento tipo bajo hidrógeno únicamente.		

Fuente: www.infra.com.mx/servicio.../material_aporte_soldadura2012.pdf

Tabla 3. Posiciones de soldadura

Clasificación	Posiciones
EXX1X	Plano, horizontal, vertical, sobre cabeza
EXX2X	Plano, horizontal (filete)
EXX4X	Plano, horizontal, vertical descendente, sobre cabeza

Fuente: <http://www.emagister.com/curso-soldadura-arco-manual-electrico>

Tabla 4. Tipos de recubrimiento

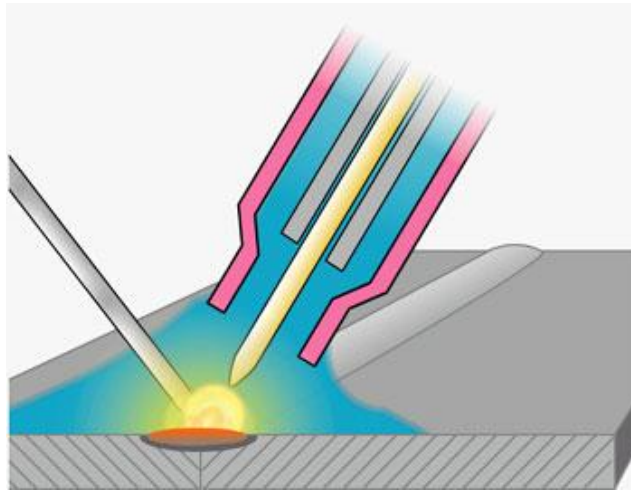
	Recubrimiento	Tipo de Corriente	Penetración
EXX20	Óxido de hierro, Sodio	DCEN, DCEP, AC	Media
EXXX1	Celulósico, Potasio	AC, DCEP	Profunda
EXXX2	Rutílico, Sodio	AC, DCEN	Media
EXXX3	Rutílico, Potasio	AC, DCEP, DCEN	Ligera
EXXX4	Rutílico, Polvo de hierro	AC, DCEP, DCEN	Ligera
EXXX5	Bajo hidrógeno, Sodio	DCEP	Media
EXXX6	Bajo hidrógeno, Potasio	AC, DCEP	Media
EXXX7	Óxido de hierro, Polvo de hierro	AC, DCEP, DCEN	Media
EXXX8	Bajo hidrógeno, Polvo de hierro	AC, DCEP	Media
EXXX9	Óxido de hierro, Rutílico, Potasio	AC, DCEP, DCEN	Media

Fuente: <http://www.emagister.com/curso-soldadura-arco-manual-electrico-fundamentos/clasificacion-identificacion-electrodos>

2.7.2 Soldadura GTAW o TIG. La soldadura TIG, es un proceso en el que se utiliza un electrodo de tungsteno, no consumible. El electrodo, el arco y el área que rodea al baño de fusión, están protegidos de la atmósfera por un gas inerte. Si es necesario aportar material de relleno, debe de hacerse desde un lado del baño de fusión.

La soldadura TIG, proporciona unas soldaduras excepcionalmente limpias y de gran calidad, debido a que no produce escoria. De este modo, se elimina la posibilidad de inclusiones en el metal depositado y no necesita limpieza final.

Figura 14. Soldadura GTAW o TIG

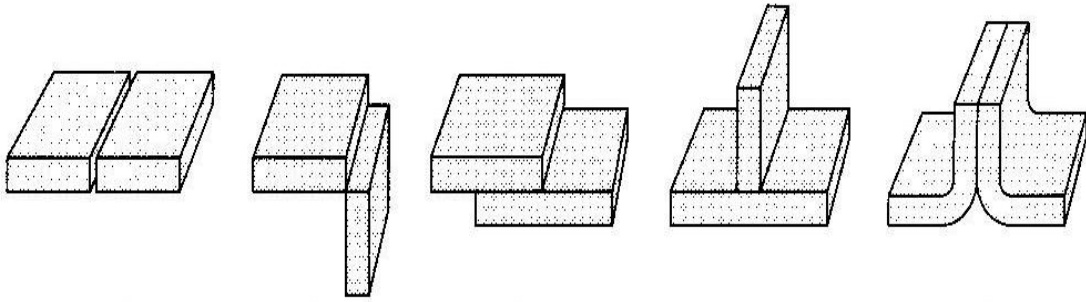


Fuente: <http://es.wikipedia.org/wiki/Archivo:GTAW.png>

2.7.3 Juntas soldadas. Los tipos de diseño de juntas soldadas.- la preparación de la pieza a soldar hace parte fundamental del proceso de soldadura ya que esta afecta las caras a unir. Existen cinco tipos básicos de uniones para integrar dos partes de una junta.

- **Unión empalmada:** Este tipo de unión, las partes se encuentran en el mismo plano y se unen en sus bordes.
- **Unión de esquina:** Las partes en una unión de esquina forman un ángulo recto y se unen en la esquina del ángulo.
- **Unión superpuesta:** Esta unión consiste en dos partes que se superponen.
- **Unión en T:** En la unión en T, una parte es perpendicular a la otra en una forma parecida a la letra T.
- **Unión de borde:** Las partes en una unión de borde están paralelas con el menos uno de sus bordes en común y la unión se hace en el borde común.

Figura 15. Diseño de juntas soldadas



Fuente: <http://sifunpro.tripod.com/ensamble.htm>

CAPÍTULO III

3. DISEÑO Y SELECCIÓN DE LOS ELEMENTOS MECÁNICOS E HIDRÁULICOS

En este capítulo para el diseño mecánico utilizaremos solidworks que es un software de análisis que nos permite ajustar los principios de diseño y localizar los fallos prematuros de la estructura a construirse.

3.1 Parámetros fundamentales para el diseño

3.1.1 Capacidad máxima. La máxima capacidad del elevador es de 2000Kg. para levantar automóviles tipo turismo que no sobrepasen los 2000 Kg. con un sobrepeso de 500 Kg. con un total de 2500 Kg.

3.1.2 Distancia máxima entre los ejes (2250 mm). Considerando la distancia promedio que existe entre ejes de un automóvil, en el parque automotor se ha dimensionado una plataforma de 2250 mm.

3.1.3 Ancho máximo del vehículo (1700 mm). Teniendo en cuenta las dimensiones del parque automotor, el ancho máximo a trabajar en el elevador será de 1700 mm, para que su estructura no necesita dentro de un taller mayor espacio.

3.1.4 Distancia mínima entre ruedas del vehículo (1000 mm - 1200 mm). La distancia mínima entre las llantas de un vehículo a ser elevado es de 1100 mm. por lo tanto la anchura del elevador debe estar alrededor de los 1000 mm. La cual facilitara la entrada del vehículo al elevador.

3.2 Análisis de alternativa para el diseño

Las diversas opciones que pueden proyectarse para la construcción del elevador son múltiples, pero para nuestras necesidades serán las siguientes:

- **Análisis funcional.** El elevador debe ser rígido y resistente, de fácil transporte y seguro, ya que será requerido en los diversos talleres de enseñanza y que la

infraestructura donde va alojarse no necesite mayores requerimientos, además debe tener sistemas de potencia que se pueda encontrar en mercado.

- **Construcción permisible.** Algo muy importante que se debe tomar en cuenta es la factibilidad en el acceso a los materiales para la construcción del elevador, refiriéndose a que el costo de mantenimiento sea accesible y que sus accesorios y repuestos se puedan encontrar en el mercado.

Analizando las necesidades ya planteadas, nos hemos decidido por el elevador de tijeras impulsado por un motor eléctrico y un sistema hidráulico, el cual será quien dotará de la fuerza para la elevación.

3.3 Estructura del elevador de tipo tijera

La estructura del elevador es la encargada de recibir, absorber y brindar la fuerza y estabilidad necesaria para que el vehículo sea elevado con total seguridad, trabaja por medio de que los puntos de apoyo de la carrocería se fijarán en una manera segura a los puntos de apoyos del elevador siendo el peso del automotor el que brinda un anclaje al piso consiguiendo que sea estático y libre en el caso opuesto.

Figura 16. Estructura del elevador



Fuente:<http://www.equimaster.com/elevadores2/12%20Elevador%20portatil%20tijera%20mediana%20altura%20KW7000.html>

3.4 Análisis de carga

Al realizar el estudio de cargas y reacciones y se tiene en cuenta las dimensiones fijadas en los parámetros de diseño se ha considerado determinar el peso parcial de los vehículos, encontrándose que el peso se distribuye en una proporción del 60% del

peso total en la parte delantera y 40% en la parte posterior en la mayoría de vehículos debido a la ubicación del centro de gravedad. Sin embargo los cilindros hidráulicos se ubicaran en la parte central del elevador para compensar cualquier desequilibrio en el peso del automóvil.

Se considera un punto para el análisis de cargas en el momento en el que el vehículo rompe la inercia por lo tanto en esta posición se calculan las reacciones y fuerzas máximas en la estructura de los cilindros hidráulicos y el sistema Bomba-Motor que genera la potencia.

3.5 Diseño mecánico mediante software CAE

Para el diseño mecánico utilizaremos CAE que es un software de análisis que nos permite ajustar los principios de diseño y localizar los fallos prematuros en los proyectos permitiendo construir maquinas, herramientas, y estructuras con mayor precisión en los cálculos de diseño logrando reducir costos, peso, y brindando un mayor factor de seguridad. (AMANCIO, 2006, págs. 23-33)

CAE es un software en tres dimensiones con funcionalidad a nivel de diseño CAD incluye desarrollo avanzado de partes, ensambles, dinámica, superficies.

CAE es un software que se integra directamente con el sistema de modelado, el estándar para el diseño en 3D, por lo que CAE utiliza el feature manager y muchos de los mismos comandos del ratón y del teclado para que cualquier persona que puede diseñar una pieza en el software también pueda analizarla sin tener que aprender una nueva interfaz.

CAE contiene las herramientas de validación de diseños utilizadas con mayor frecuencia, ofreciendo funciones de análisis de esfuerzos, tensiones y desplazamientos para piezas y ensamblajes. CAE es un software que simula el funcionamiento mecánico de ensamblajes motorizados y calcula las fuerzas físicas que estos generan.

Mediante la determinación de factores tales como el consumo de electricidad y las interferencias entre las piezas móviles, CAE ayuda a determinar si un diseño fallara, si las piezas se romperán o si se producirán riesgos para la seguridad.

3.5.1 *Diseño de la estructura del elevador tipo tijera.* El diseño de la estructura del elevador se realizará en CAE 2012, dibujamos de acorde a los parámetros de diseño en tres dimensiones, con esto obtenemos las primeras pautas para el desarrollo.

Figura 17. Animación de la estructura



Fuente: Autores

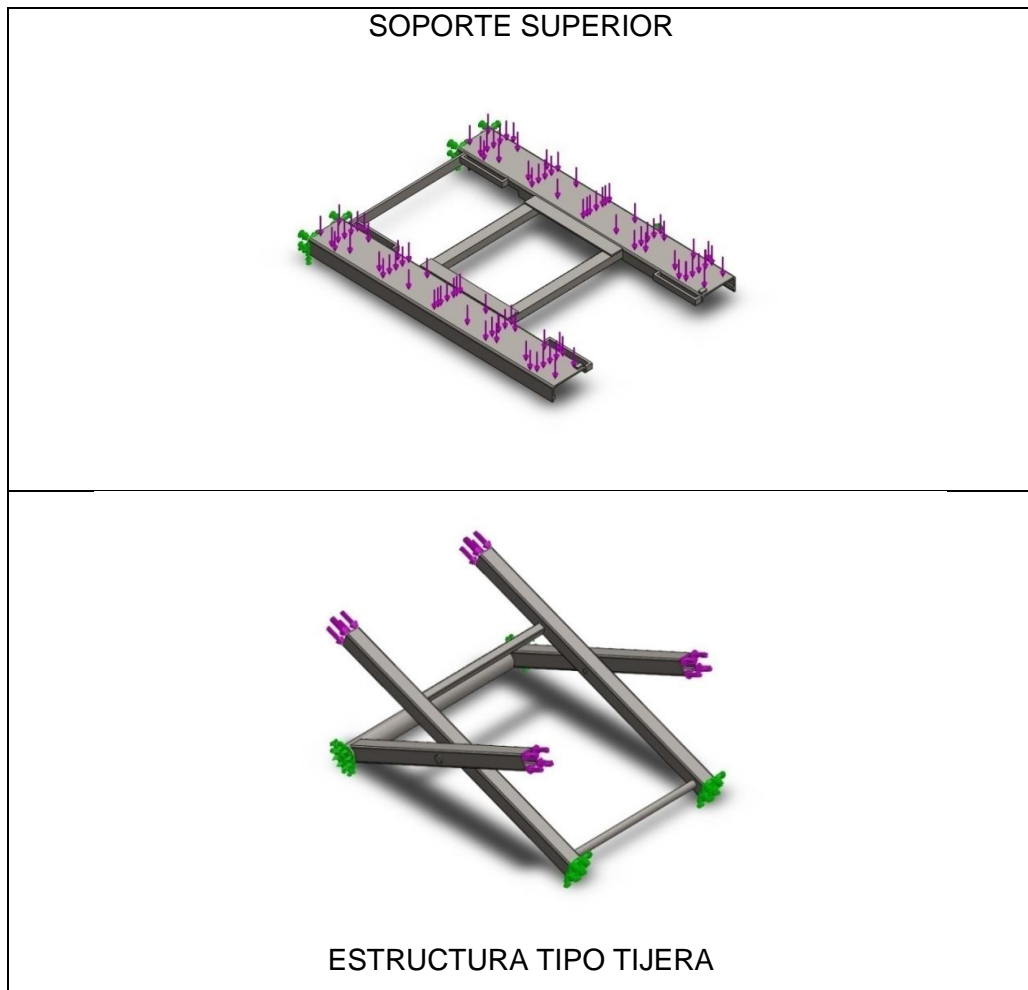
Al determinar los pesos de algunos autos se estableció que la reacción en el eje delantero, es aproximadamente el 60% del peso total y en el eje posterior el 40% restante. Donde se halla ubicado el cilindro hidráulico se define como la parte delantera del elevador.

La posición más crítica del elevador es cuando la estructura empieza a subir al auto, esto es a vencer su inercia; por lo tanto, en esta posición se calculan las reacciones y fuerzas de diseño de la estructura, del cilindro hidráulico y del sistema generador de potencia.

3.5.2 *Estudio estático del elevador.* Para el estudio estático utilizamos el software CAE con los siguientes procedimientos:

- Buscamos estudio en la barra de herramientas principal.
- En property manager escribimos en nombre estático-1.
- En tipo de malla, seleccionamos malla sólida.
- En tipo, hacemos clic en estático.
- Aceptamos

Figura 18. Análisis estático del elevador



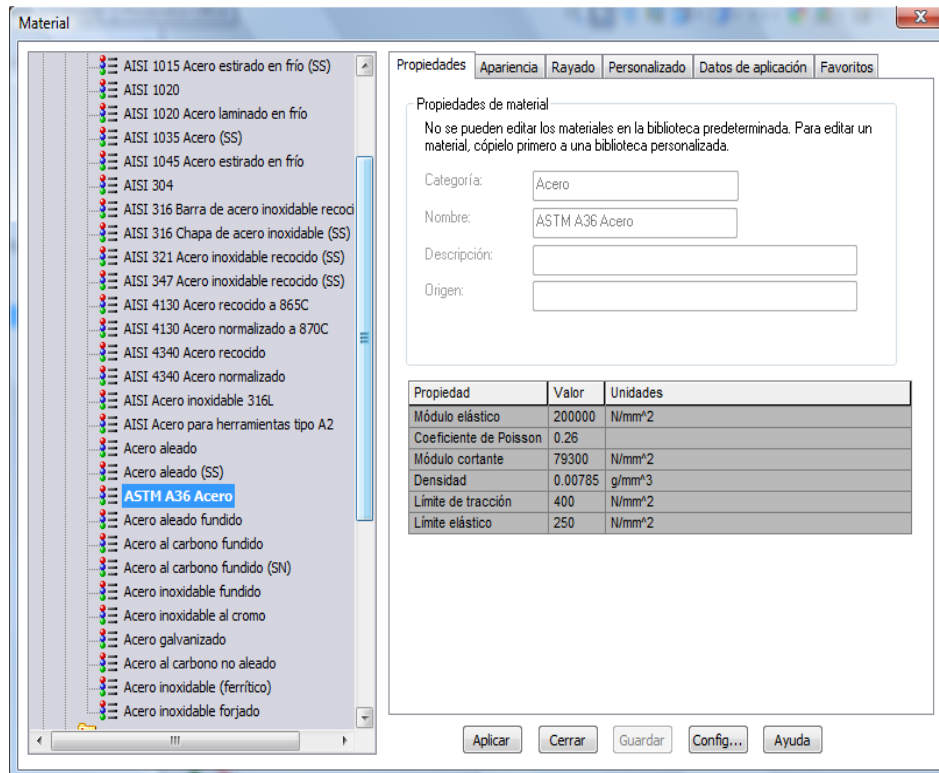
Fuente: Autores

3.5.3 *Asignación de materiales.* Para asignar el tipo de material a utilizar vamos a la biblioteca de materiales de CAE y procedemos con lo siguiente:

- Hacemos clic en editar material en la barra de herramientas.
- En Property manager seccionamos editor de materiales.
- Seleccionamos materiales de solidworks en el menú desplegable.
- En la biblioteca de materiales seleccionamos el ASTM A36.
- Aceptamos.

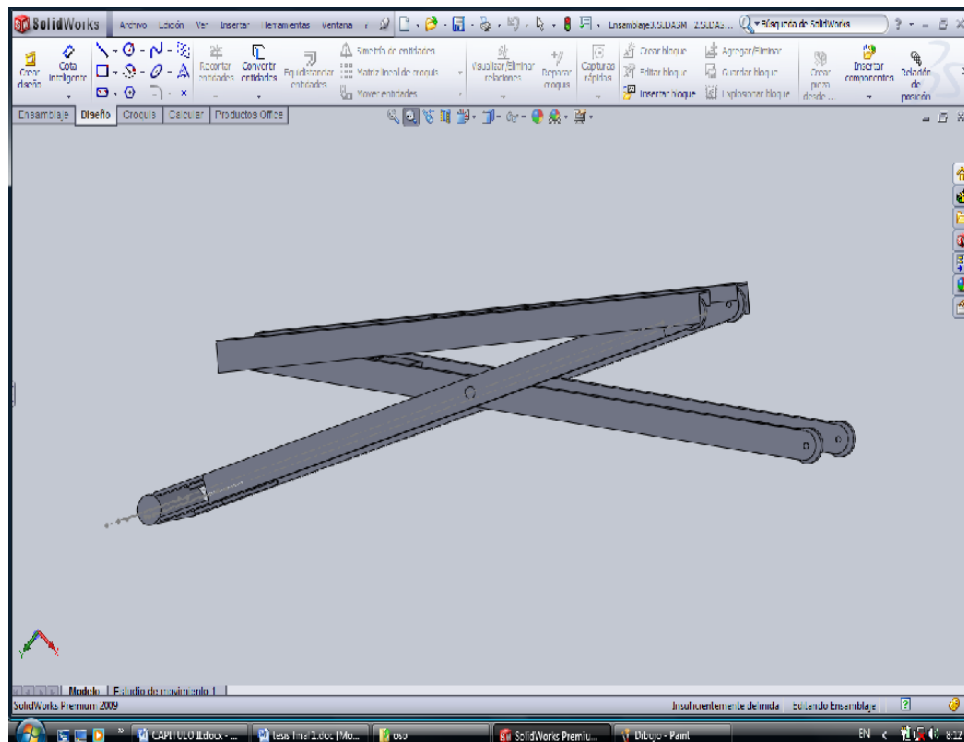
El nombre del material asignado aparece en el gestor del feature manager ASTM A36.

Figura 19. Tipo de material para la estructura



Fuente: Autores

Figura 20. Asignación del material para la estructura

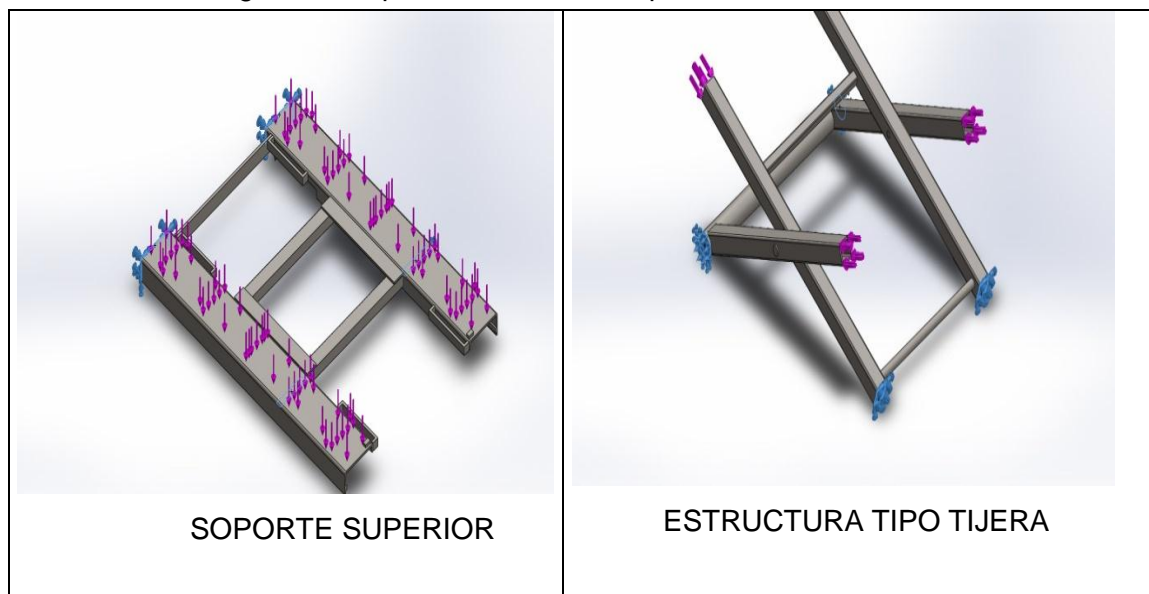


Fuente: Autores

3.5.4 *Aplicación de fuerzas.* Para aplicar una fuerza en el gestor de simulation, entramos a carga, restricciones, fuerza.

- En property manager seleccionamos fuerza.
- En tipo seleccionamos fuerza/momento.
- Seleccionamos la cara superior para aplicar la fuerza y luego cara de la viga superior de la estructura cran karm
- En unidades seleccione (SI).
- En fuerza seleccionamos por entidad:
- Hacemos clic en a lo largo del plano Dir. 1.
- Escriba 24500 N como magnitud de la fuerza.
- Aceptamos.

Figura 21. Aplicación de fuerzas para la estructura



Fuente: Autores

3.5.5 *Establecer opciones de mallado.* El mallado depende de las opciones de mallado activas.

Para configurar opciones de mallado:

- En el gestor de CAE simulation seleccionamos crear malla en la barra de herramientas principal de CAE.
- Generar la mallada de la pieza y ejecutar el análisis.

Para generar una malla de la pieza y ejecutar el análisis estático debemos:

- Aceptamos los valores predeterminados de tamaño global y tolerancia.
- El mallado se inicia y aparece la ventana mallando.
- El mallado se completa y aparece en la zona de gráficos.
- Ejecutamos.

Figura 22. Creación del mallado del soporte superior

Número total de tetraedro para mallado	48668
Número total de elementos	17
Cociente máximo de aspecto	51.504
% de elementos cuyo cociente de aspecto es < 3	41.9
% de elementos cuyo cociente de aspecto es > 10	18.7
% de elementos distorsionados (Jacobiana)	0
Tiempo para completar la malla (hh:mm:ss):	00:00:18

Nombre de modelo: Elevador
Nombre de estudio: Estudio 1
Tipo de malla: Malla de sólido



Fuente: Autores

Figura 23. Creación del mallado de la estructura tipo tijera

Número total de nodos	76857
Número total de elementos	17
Cociente máximo de aspect	47.876
% de elementos cuyo cociente de aspecto es < 3	79.5
% de elementos cuyo cociente de aspecto es > 10	1.3
% de elementos distorsionados (Jacobiana)	0
Tiempo para completar la malla (hh:mm:ss):	00:00:23

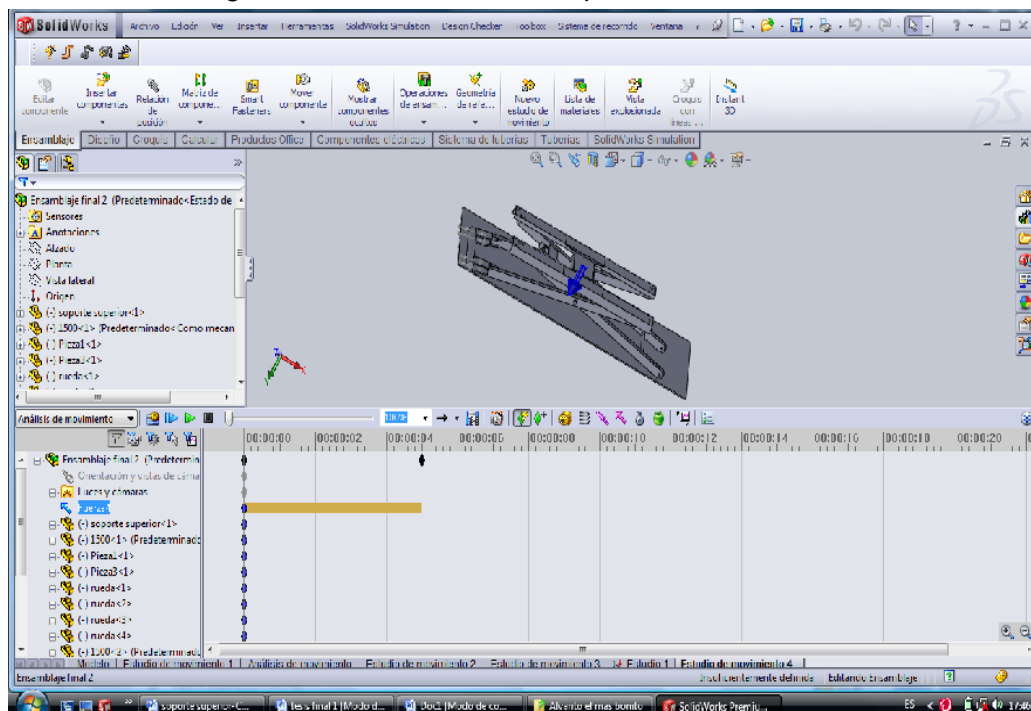


Fuente: Autores

3.5.6 Animación de trazado. Para animar el trazado de desplazamientos resultante:

- En la barra herramientas de resultados buscamos animar.
- La animación se reproduce en un patrón de reproducción alternativa continua. Lo reproducirá desde el inicio hasta el final, a continuación desde el final hasta el inicio y seguirá repitiéndolo.
- Aceptamos.

Figura 24. Resultado del desplazamiento estático



Fuente: Autores

3.5.7 *Crear el ensamblaje.* Para crear el ensamblaje utilizamos todas las piezas elaboradas anteriormente.

- Buscamos la pieza.
- Abrimos un nuevo documento desde la barra de herramientas estándar.
- Buscamos ensamblaje.
- Aceptamos.
- Abrimos property manager.
- Empezamos el ensamblaje.
- Insertamos todos los componentes.
- Aceptamos.

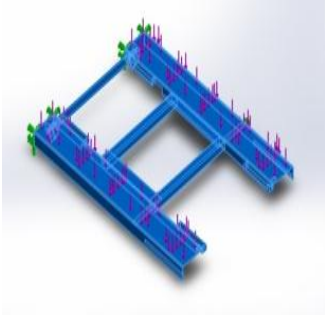
3.5.8 *Relación de posición de los componentes.* En esta sección se definen las relaciones de posición del ensamblaje entre los componentes para conseguir la alineación y la unión adecuadas de los mismos.

- Abrimos relación de posición en la barra de herramientas del ensamblaje.
- En property manager tomamos relación de posición.
- En la barra relación de posición seleccionamos coincidente como el tipo de relación de posición.
- Seleccionamos concéntrica como el tipo de relación de posición.
- Finalizamos la relación de posición.
- Guardar el ensamble.

3.5.9 *Asignar material.* Para asignar acero aleado a la pieza:

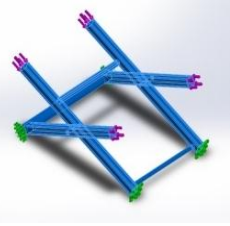
- Haga clic en el signo más junto a steel para ver todos los materiales de esta clase.
- Seleccione ASTM A36 steel.

Figura 25. Asignación del material del soporte superior

Referencia de modelo	Propiedades
	Nombre: ASTM A36 Acero
	Tipo de modelo: Isotropic elastic lineal
	Criterio de error Tensión máxima
	Predeterminado: de von Mises
	Límite elástico: $2.5e+008 \text{ N/m}^2$
	Límite de tracción: $4e+008 \text{ N/m}^2$
	Módulo elástico: $2e+011 \text{ N/m}^2$
	Coefficiente de Poisson: 0.26
	Densidad: 7850 kg/m^3
	Módulo cortante: $7.93e+010 \text{ N/m}^2$

Fuente: Autores

Figura 26. Asignación del material de la estructura tipo tijera

Referencia de modelo	Propiedades	Componentes
	Nombre: ASTM A36 Acero	Sólido 1(Simetría1)(PIEZA CON SOPORTE-1),
	Tipo de modelo: Isotrópico elástico lineal	Sólido 1(Saliente-Extruir3)(TUBO 80X8-1),
	Criterio de error predeterminado: Tensión máxima de von Mises	Sólido 1(Saliente-Extruir2)(pasador-1),
	Límite elástico: $2.5e+008 \text{ N/m}^2$	Sólido 1(Saliente-Extruir2)(pasador-2)
	Límite de tracción: $4e+008 \text{ N/m}^2$	
	Módulo elástico: $2e+011 \text{ N/m}^2$	
	Coefficiente de Poisson: 0.26	
	Densidad: 7850 kg/m^3	
	Módulo cortante: $7.93e+010 \text{ N/m}^2$	
	Datos de curva: N/A	

Fuente: Autores

3.5.10 Generar la malla de la pieza y ejecutar el análisis. El software utiliza las opciones de mallado activas para crear la malla.

Para generar una malla de la pieza y ejecutar el análisis estático:

- Aceptamos los valores predeterminados de tamaño global y tolerancia.

El mallado se inicia y aparece la ventana mallando. Después de que el mallado se completa, el modelo mallado aparece en la zona de gráficos.

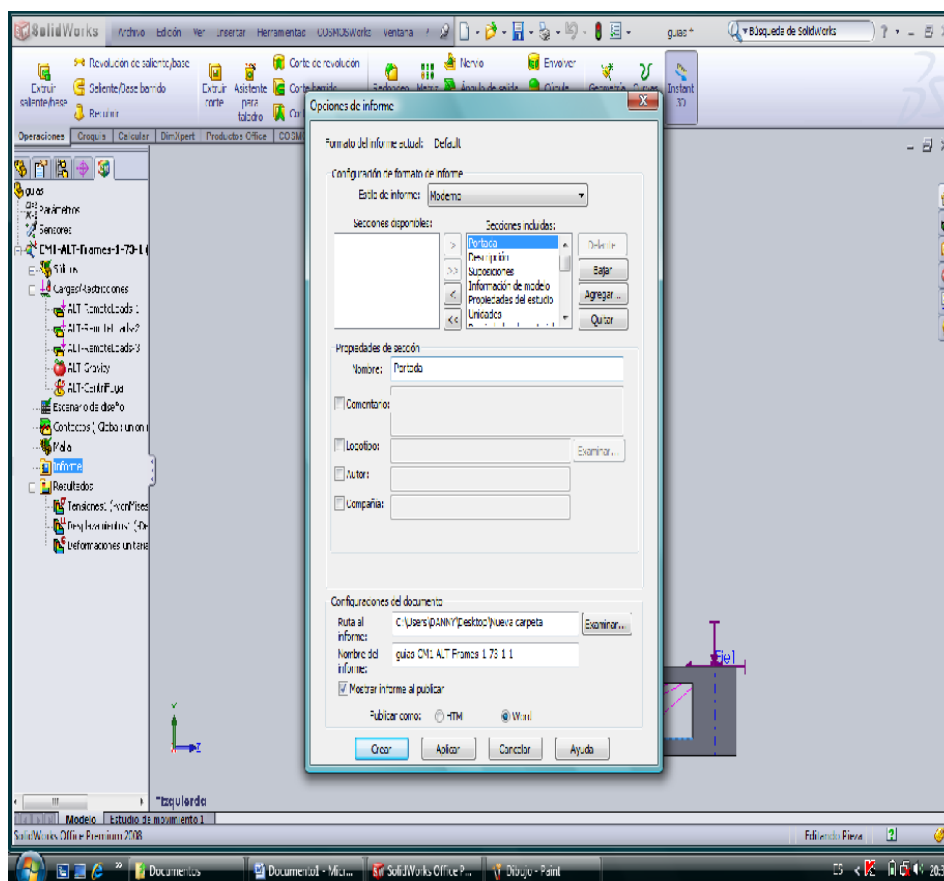
- Diseño de la plataforma.
- Diseño del perfil longitudinal de la plataforma.
- Diagrama de cuerpo libre del perfil longitudinal.
- Diagramas cortantes, momento flector, fuerza normal y momento torsor.
- Análisis de esfuerzos combinados de tensión y flexión.
- Comprobación de la sección compacta.
- Diseño del travesano de la plataforma.
- Análisis para flexión pura en dos planos.
- Diseño del soporte de seguridad.
- Diseño de los soportes giratorios.
- Análisis de compresión.
- Análisis por flexión.
- Diseño de los brazos de apoyo.
- Brazo de apoyo paralelo al perfil longitudinal.
- Diseño de los pasadores de apoyo.
- Diseño de los pasadores en la plataforma.

3.5.11 *Generar un informe de análisis.* Para generar un informe HTML:

- Haga clic en generar un informe HTML y en siguiente.
- Active las casillas portada, introducción y conclusión, haga clic en siguiente.
- Introduzca el título del informe, el nombre del autor y el nombre de la empresa. Haga clic en examinar para buscar un logotipo. Escriba la fecha del informe y haga clic en siguiente.
- Escriba el texto de la introducción y haga clic en siguiente.
- Escriba el texto de la conclusión y haga clic en siguiente.
- Escriba el nombre del archivo de informe. Active la casilla versión para impresora para que los gráficos del informe se impriman correctamente.
- Haga clic en siguiente.

El informe se genera y visualiza en el explorador web predeterminado.

Figura 27. Opciones de informe de análisis



Fuente: Autores

3.5.12 Análisis de tensión del soporte superior. Resuma el análisis mediante el método de elementos finitos (MEF) de la biela.

Tabla 5. Información del modelo

Nombre de documento	Configuración	Ruta al documento	Fecha de modificación
Soporte superior	Predeterminado	D:\soporte superior.SLDPRT	23/04/2012

Fuente: Autores

Tabla 6. Propiedades de estudio

Nombre de estudio	CM1-ALT-Frames-1-126-1
Tipo de análisis	Estático
Tipo de malla:	Malla sólida
Efecto de rigidización por tensión:	Desactivar
Muelle blando:	Desactivar
Desahogo inercial:	Activar
Efecto térmico:	Introducir temperatura
Temperatura a tensión cero	298.000000
Unidades	Kelvin
Incluir los efectos de la presión	Desactivar
Fricción:	Desactivar

Fuente: Autores

Tabla 7. Unidades

Sistema de unidades:	SI
Longitud/Desplazamiento	M
Temperatura	Kelvin
Velocidad angular	rad/s
Tensión/Presión	N/m ²

Fuente: Autores

Tabla 8. Propiedades del material

No	Nombre de sólido	Material	Masa	Volumen
1	soporte superior	ASTM A36 Acero	33.1069 kg	0.00421743 m ³

Fuente: Autores

Tabla 9. Cargas

Nombre de material:	Acero
Descripción:	ASTM A36
Origen del material:	Ecuador
Tipo de modelo del material:	Isotrópico elástico lineal

Tabla 9. (Continuación)

Criterio de error predeterminado:	Tensión máxima de von Misses
Datos de aplicación:	Elevador tijeras

Fuente: Autores

Tabla 10. Restricciones

Nombre de carga	Conjunto de selecciones	Tipo de carga
Gravity	Gravedad con respecto a con la aceleración de la gravedad.	Carga secuencial
Centrífuga	Centrífuga con respecto a	Carga Secuencial
RemoteLoads-1 soporte superior	Carga (Transferencia directa) aplicar fuerza - 3.1559e-010 N momento -800.2 N-m a lo largo de la dirección X fuerza 6.2528e-012 N momento - 2.8919e-012 N-m a lo largo de la dirección Y fuerza - 9738.9 N momento 2.5864e-011 N-m a lo largo de la dirección Z en la ubicación (1.48159 m, 0.977 m, -0.045 m).	Carga secuencial
RemoteLoads-2 soporte superior	Carga (Transferencia directa) activar 1 Cara(s) aplicar fuerza - 1.4692e-008 N momento 0 N-m a lo largo de la dirección X fuerza 7.3669e-011 N momento 0 N-m a lo largo de la dirección Y fuerza - 20000 N momento -0 N-m a lo largo de la dirección Z en la ubicación (0.7625 m, 0.5299 m, - 0.005 m)	Carga secuencial
RemoteLoads-3 soporte superior	Carga (Transferencia directa) activar 1 Cara(s) aplicar fuerza 6.947e-026 N momento 0 N-m a lo largo de la dirección X fuerza - 6.4822e-011 N momento 0 N-m a lo largo de la dirección Y fuerza - 8.401e-026 N momento -0 N-m a lo largo de la dirección Z en la ubicación (0.08 m, 0.155 m, -0.03 m)	Carga secuencial

Fuente: Autores

Tabla 11. Información de la malla

Tipo de malla	Malla solida
Mallador utilizado:	Malla estándar
Transición automática:	Desactivar
Superficie suave:	Activar
Verificación jacobiana:	29 Points
Tamaño de elementos:	31.922 mm
Tolerancia:	1.5961 mm
Calidad:	Alta
Número de elementos:	8222
Numero de nodos:	17226
Tiempo para completar la malla (hh:mm:ss):	00:00:08
Nombre de computadora:	Hacer

Fuente: Autores

Tabla 12. Fuerzas de reacción del soporte superior

Conjunto de selecciones	Unidades	Suma X	Suma Y	Suma Z	Resultante
Todo el sólido	N	0.00531006	49033.2	-0.000888824	49033.2

Fuente: Autores

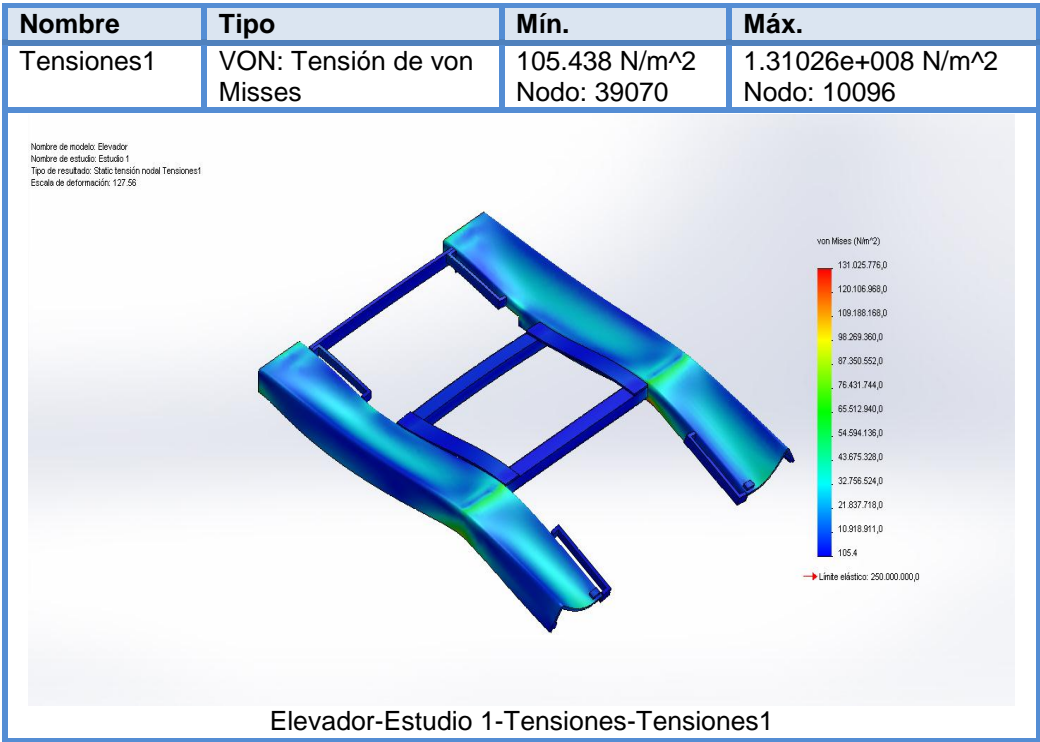
Tabla 13. Fuerzas de reacción de la estructura tipo tijera

Conjunto de selecciones	Unidades	Suma X	Suma Y	Suma Z	Resultante
Todo el sólido	N	-1359.34	35808.8	-6.04458	35834.6

Fuente: Autores

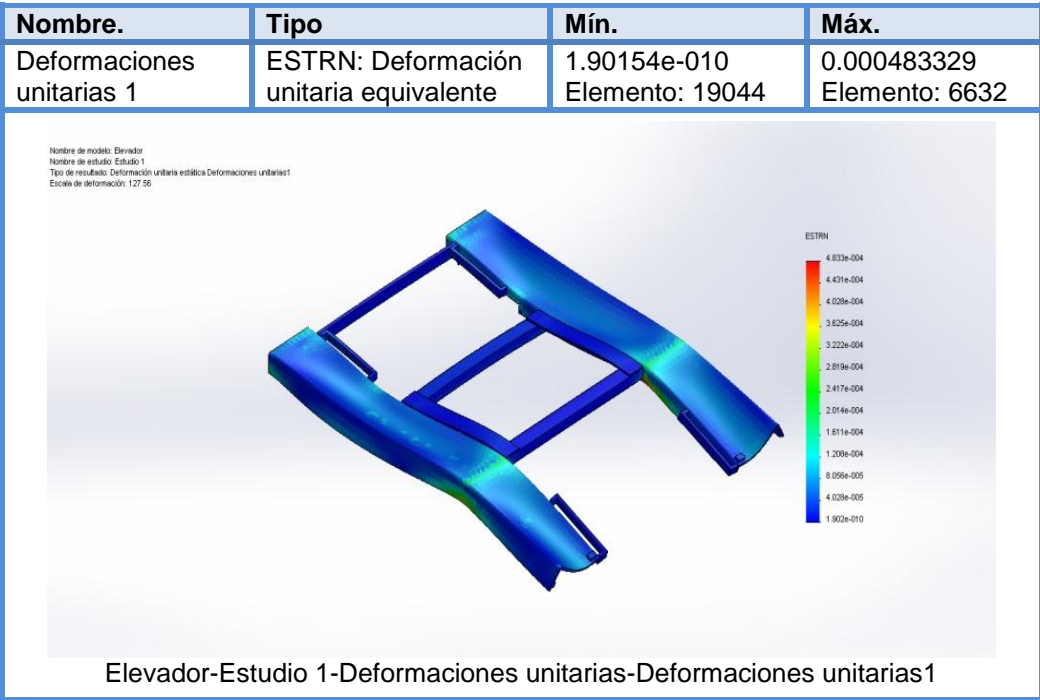
3.5.13 Resultados del estudio

Figura 28. Tensiones de la estructura del soporte superior



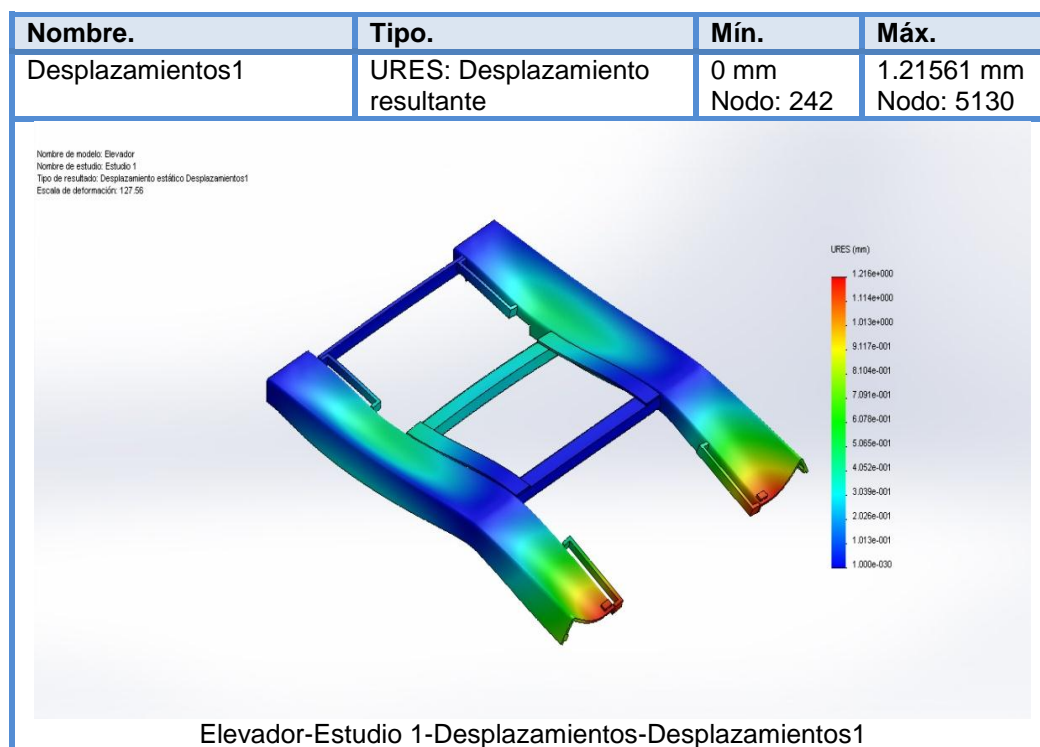
Fuente: Autores

Figura 29. Deformaciones unitarias del soporte superior



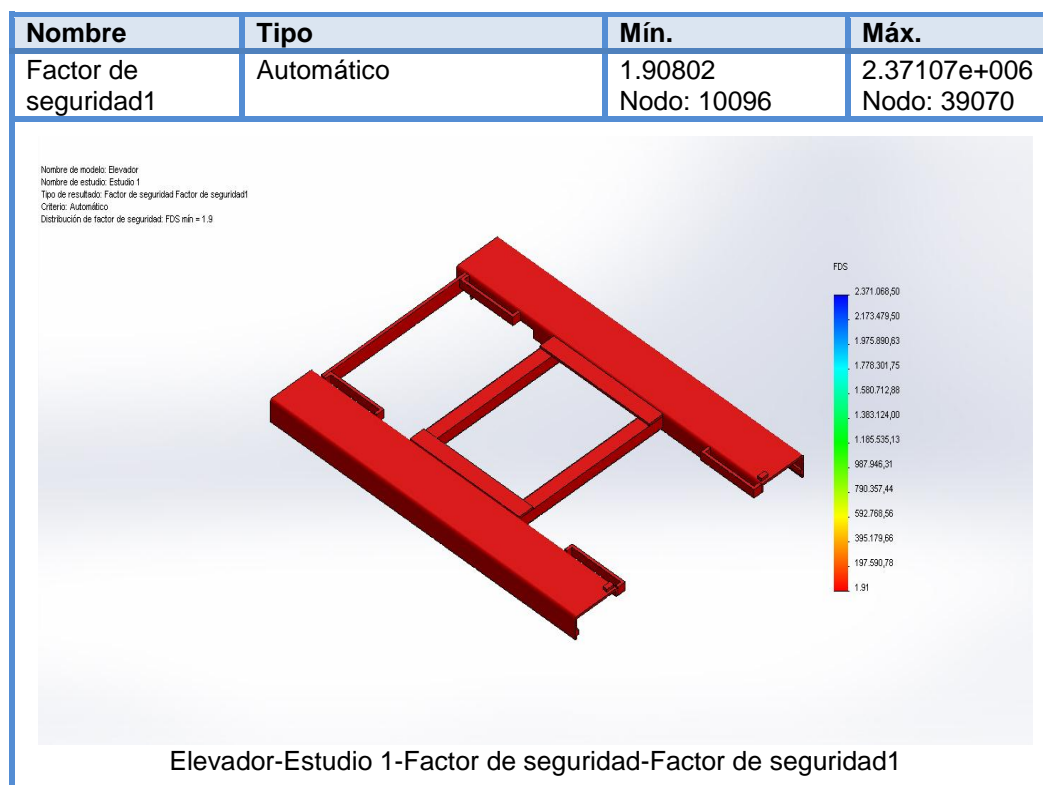
Fuente: Autores

Figura 30. Desplazamientos del soporte superior



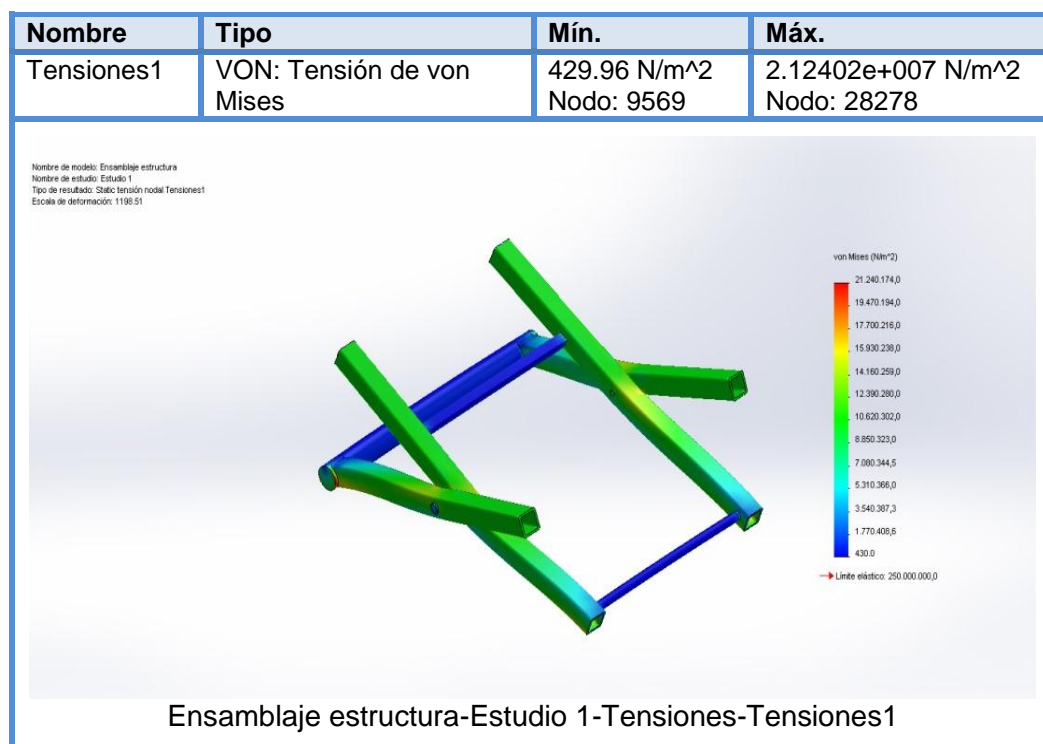
Fuente: Autores

Figura 31. Factor de seguridad del soporte superior



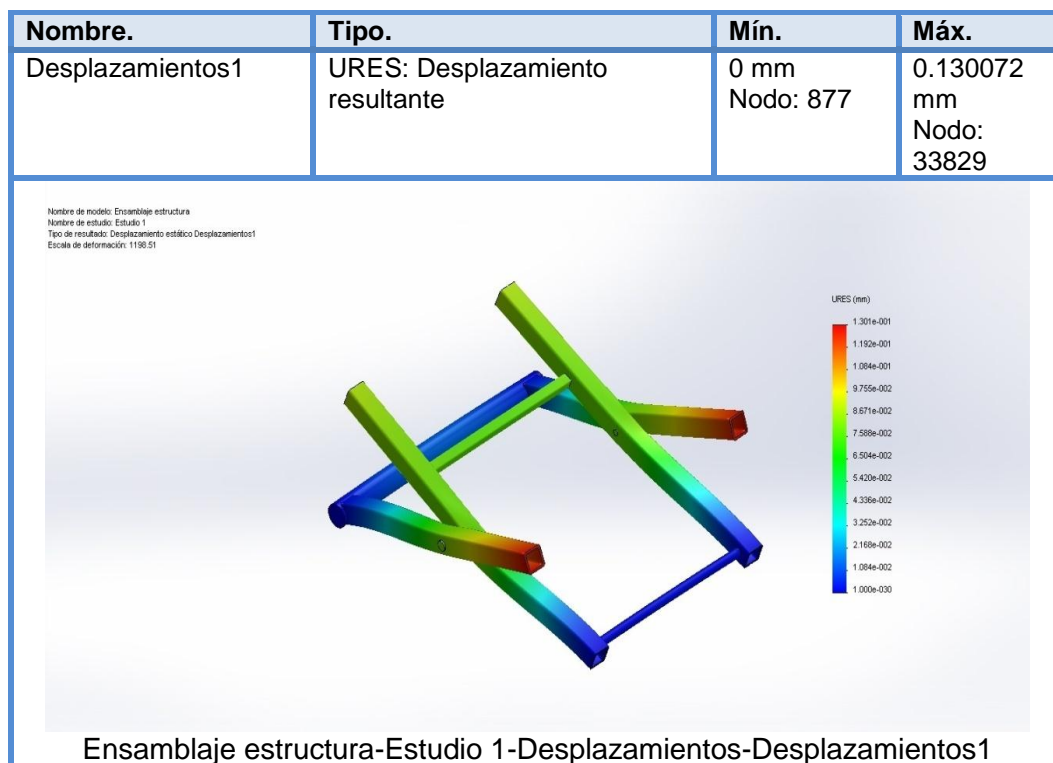
Fuente: Autores

Figura 32. Tensiones de la estructura tipo tijera



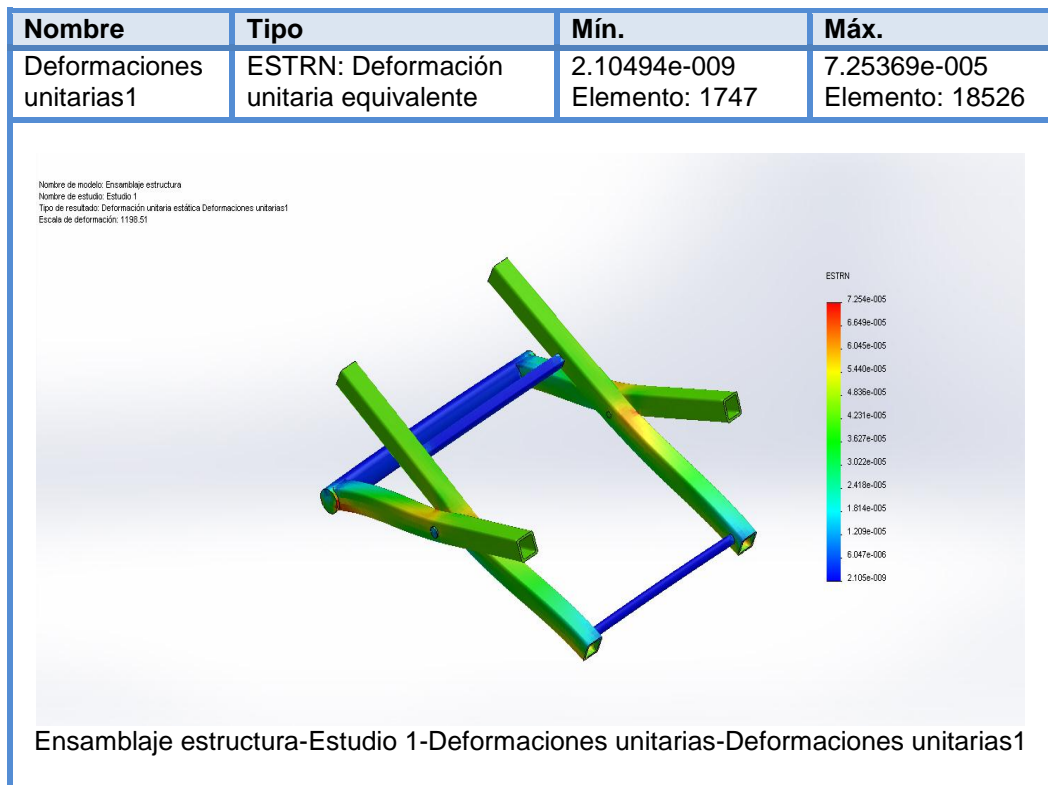
Fuente: Autores

Figura 33. Desplazamientos de la estructura tipo tijera



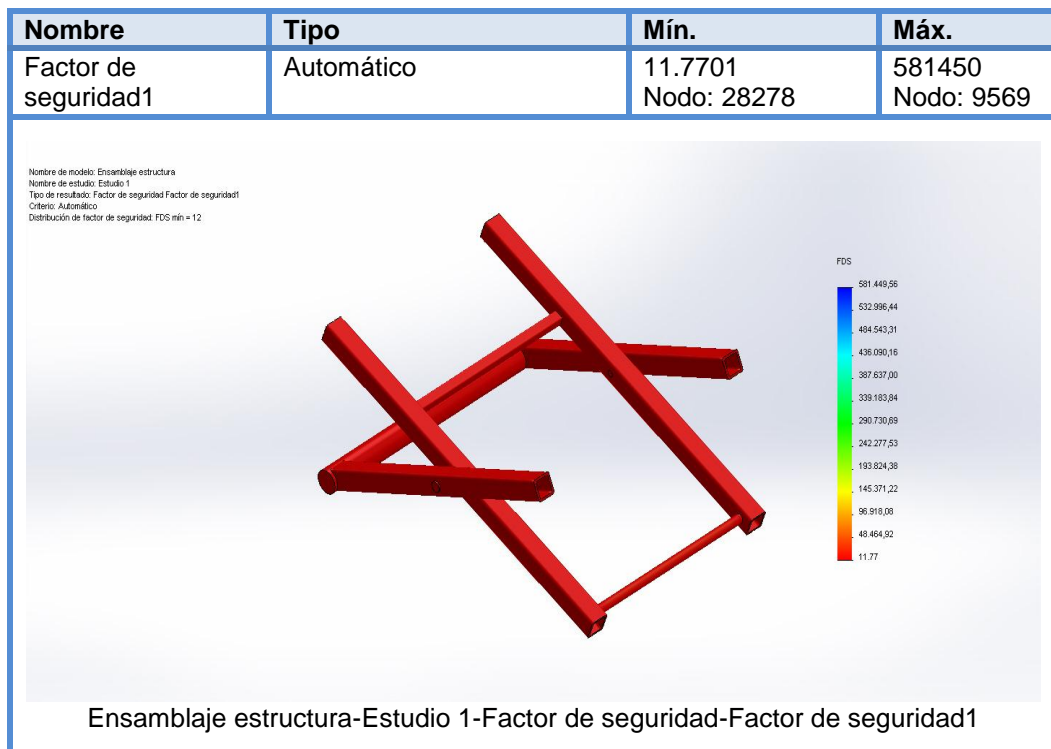
Fuente: Autores

Figura 34. Deformaciones unitarias del la estructura tipo tijera



Fuente: Autores

Figura 35. Factor de seguridad del soporte superior



Fuente: Autores

3.6 CÁLCULO DE LOS BRAZOS DE TIJERA DEL ELEVADOR

El análisis de las tijeras del elevador se realizará de tal forma que estas soporten las mayores exigencias durante su trabajo.

Estas exigencias mayores se generan principalmente al comienzo de la elevación de la bancada, donde las tijeras estarán sometidas a un esfuerzo máximo (coeficiente de fricción más altos, se vence la inercia del sistema).

En el resto de su movimiento, estos esfuerzos disminuirán, habiéndose cubierto los cálculos para estos debido a la evaluación máxima ya realizada.

Para la ubicación de las fuerzas actuantes, utilizaremos un esquema, tomando como modelo parte del elevador mostrado en la (Figura 36). Donde se muestra el sistema de brazos de tijera (perfiles), y la ubicación en la parte superior e inferior las ruedas que permitirán el desplazamiento.

En el esquema mostrado se indican las fuerzas actuantes sobre los brazos del elevador. La fuerza superior de 2500kg. Ha sido distribuida en cada uno de los apoyos superiores de los brazos.

Así mismo se coloca la fuerza actuante del cilindro hidráulico, necesaria para calcular las fuerzas internas.

Nótese las reacciones inferiores de la magnitud ($N = 625\text{Kg}$), cuyo sentido hacia abajo indican que esta parte inferior del brazo va a tender a levantarse. Este movimiento se restringirá con una placa de metal horizontal colocado sobre las ruedas inferiores con una tolerancia de separación.

Tenemos los siguientes datos de masa estimados por modelamiento en el software solidworks considerando como material estructural el acero ASTM A-36 para todos los elementos.

$$W_e = \text{Peso del elevador} = 720\text{lib.} \rightarrow (3202,72 \text{ N})$$

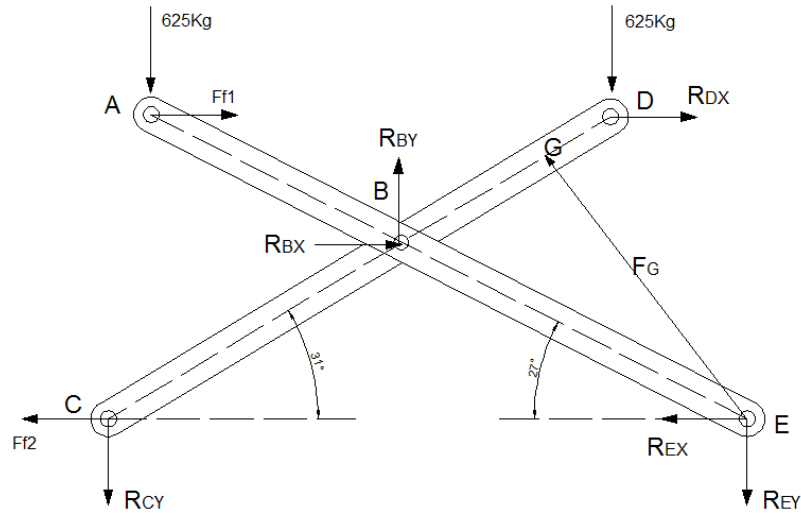
$$W_{max} = \text{Capacidad máxima del elevador} = 2500 \text{ kg.}$$

$$Carga\ distribuida = \frac{W_{max}}{4} \quad (3)$$

$$Carga\ distribuida = \frac{2500\ kg}{4}$$

$$Carga\ distribuida = 625\ kg$$

Figura 36. Esquema simplificado



Fuente: Autores

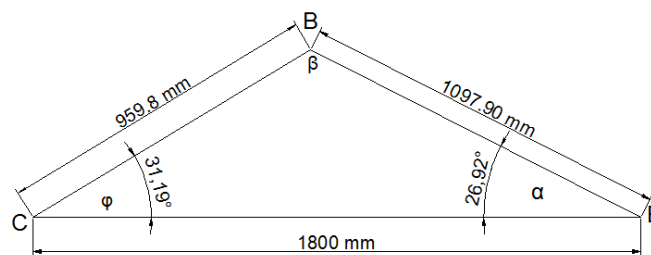
F_G = Fuerza del cilindro.

$F_{f_{1,2}}$ = Fuerzas de Fricción de las ruedas.

R_{CY} , R_{DX} , R_{BX} , R_{BY} , R_{EY} , R_{EX} = Reacciones en los soportes de los brazos de tijera.

- **Cálculo de las reacciones.** Analizando los elementos un instante después de que la bancada comienza a elevarse, ubicamos las reacciones y las líneas de acción de las fuerzas sobre los pares laterales de brazos. Y se descompone la fuerza del pistón actuando la mitad de esta sobre el punto indicado.

Figura 37. Designación de ángulos internos



Fuente: Autores

1. Determinación de los ángulos mediante la ley de cosenos: esta operación indica el cálculo para la determinación de los ángulos de inclinación de los eslabones con respecto al piso.

$$(c)^2 = (e)^2 + (b)^2 - 2(e)(b)\cos\varphi \quad (4)$$

$$(1097.9 \text{ mm})^2 = (959.8 \text{ mm})^2 + (1800 \text{ mm})^2 - 2(959.8 \text{ mm})(1800 \text{ mm})\cos\varphi$$

$$(1205384.41 \text{ mm}^2) = (921216.04 \text{ mm}^2) + (3240000 \text{ mm}^2) - 2 (17276.4 \text{ mm}^2)\cos\varphi$$

$$\varphi = 31.19^\circ$$

2. Determinación de los ángulos mediante la ley de senos: esta operación indica el cálculo para la determinación del ángulo complementario del eslabón.

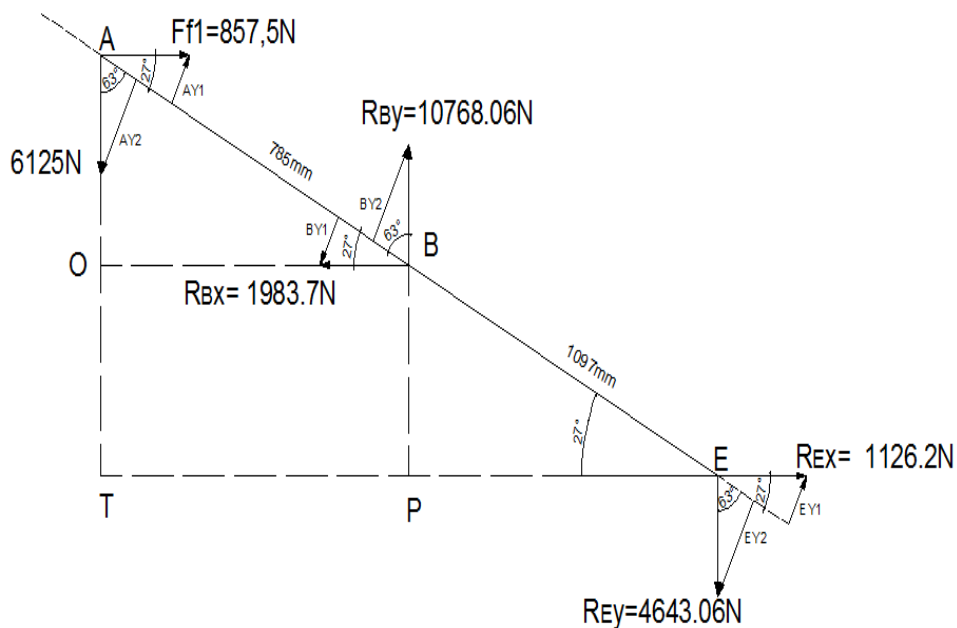
$$\frac{\sin \varphi}{(1097.9 \text{ mm})} = \frac{\sin \alpha}{(959.8 \text{ mm})} \quad (5)$$

$$\sin \alpha = \frac{(959.8 \text{ mm}) \sin(31.19^\circ)}{(1097.90 \text{ mm})}$$

$$\sin \alpha = 0.4527$$

$$\alpha = 26.92^\circ$$

Figura 38. Designación de fuerzas y reacciones del elemento 1



Fuente: Autores

Tabla14. Valores de coeficiente de rozamiento estático

• Coeficientes de rozamiento por deslizamiento para diferentes materiales	
Superficies en contacto	μ_k
Acero sobre acero	0.18-0.14

Fuente: Koshkin N.I., Shirkévich M.G. Manual de física elemental Editorial

Determinación del cálculo de las fuerzas de fricción sobre las ruedas ($F f_1$)

$$F f_1 = F \mu_s * N \quad (6)$$

Dónde:

$F f_1$ = fuerza de fricción sobre la rueda

$\mu_s = 0.14$ (coeficiente de rozamiento estático)

N = fuerza normal

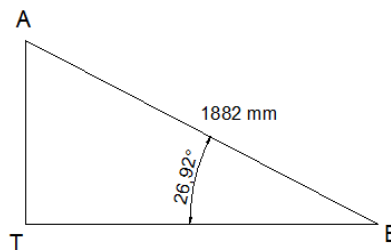
$F f_1 = 0.14$ (625 kg)

$$F f_1 = 87.5 \text{ kg} \left(\frac{9.8 \text{ N}}{1 \text{ kgf}} \right)$$

$$F f_1 = 857.5 \text{ N}$$

Mediante la resolución de triángulos rectángulos se determina el cálculo de las distancias de los segmentos para la determinación de los momentos en cada punto del elevador de tijera.

Determinación de los segmentos en el triángulo (A-T-E).



$$\sin 26,92^\circ = \frac{AT}{1882}$$

$$AT = 1882 \sin 26,92^\circ$$

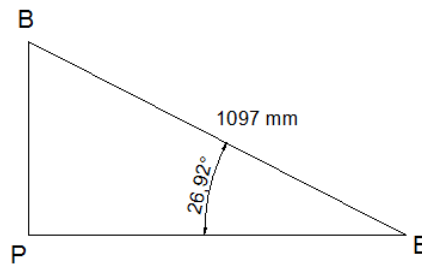
$$AT = 852,06 \text{ mm}$$

$$\cos 26,92^\circ = \frac{TE}{1882}$$

$$TE = 1882 \cos 26,92^\circ$$

$$TE = 1678,06 \text{ mm}$$

Determinación de los segmentos en el triángulo (B-P-E).



$$\sin 26,92^\circ = \frac{BP}{1097}$$

$$BP = 1097 \sin 26,92^\circ$$

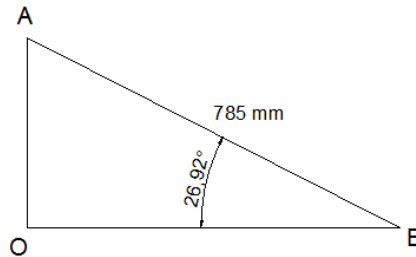
$$\mathbf{BP = 496,66 \text{ mm}}$$

$$\cos 26,92^\circ = \frac{PE}{1097}$$

$$PE = 1097 \cos 26,92^\circ$$

$$\mathbf{PE = 978,12 \text{ mm}}$$

Determinación de los segmentos en el triángulo (A-O-B).



$$\sin 26,92^\circ = \frac{AO}{785}$$

$$AO = 785 \sin 26,92^\circ$$

$$\mathbf{AO = 355,4 \text{ mm}}$$

$$\cos 26,92^\circ = \frac{OB}{785}$$

$$OB = 785 \cos 26,92^\circ$$

$$\mathbf{OB = 699,93 \text{ mm}}$$

Aplicando condiciones de equilibrio en ambos elementos se calcula las reacciones de acuerdo a la (Figura 36).

Cálculo de la sumatoria de momentos con respecto al punto A.

$$\sum MA = (R_{By} * OB) + (R_{Bx} * AO) - (R_{Ex} * AT) - (R_{Ey} * TE) = 0$$

$$R_{By}(699.9) + R_{Bx}(355.4) - R_{Ex}(852.06) - R_{Ey}(1678.06) = 0 \quad (a)$$

Cálculo de la sumatoria de momentos con respecto al punto B.

$$\sum MB = -857.5(AO) + 6125(OB) - R_{Ex}(BP) - R_{Ey}(PE) = 0$$

$$3982132 - R_{Ex}(496.66) - R_{Ey}(978.12) = 0 \quad (b)$$

Cálculo de la sumatoria de momentos con respecto al punto E.

$$\begin{aligned}\sum ME &= -857.5(AT) + 6125(TE) - R_{Bx}(BP) - R_{By}(PE) = 0 \\ 9547476.05 - R_{By}(978.12) - R_{Bx}(496.66) &= 0 \quad (c)\end{aligned}$$

Cálculo de la sumatoria de fuerzas en los ejes X,Y, en relación a la fig. 36

$$\begin{aligned}\sum F_X &= 0 \quad 857.5 + R_{Bx} - R_{Ex} = 0 \quad (d) \\ \sum F_Y &= 0 \quad -6125 + R_{By} - R_{Ey} = 0 \quad (e)\end{aligned}$$

Sistemas de ecuaciones reducidas.

$$\begin{aligned}R_{Ex} &= 857.5 + R_{Bx} & R_{Bx} &= R_{Ex} - 857.5 \\ R_{Ey} &= R_{By} - 6125 & R_{By} &= R_{Ey} + 6125\end{aligned}$$

(d) En (a)

$$\begin{aligned}R_{By}(699.9) + R_{Bx}(355.40) - R_{Ex}(852.06) - R_{Ey}(1678.06) &= 0 \\ (R_{Ey} + 6125)(699.9) + (R_{Ex} - 857.5)(355.40) - R_{Ex}(852.06) - R_{Ey}(1678.6) &= 0 \\ -3982132 + 978.7R_{Ey} + 496.66R_{Ex} &= 0 \quad (f) \\ R_{Ey} &= \frac{-496.66R_{Ex} + 3982132}{978.7}\end{aligned}$$

$$R_{Ey} = -0.51R_{Ex} + 4068.7$$

(b) En (f)

$$\begin{aligned}3982132 - R_{Ex}(496.66) - R_{Ey}(978.12) &= 0 \\ 3982132 - R_{Ex}(496.66) - (-0.51R_{Ex} + 4068.7)(978.12) &= 0 \\ 2.18R_{Ex} &= -2455.2\end{aligned}$$

$$R_{Ex} = -1126.2 \text{ N} \rightarrow$$

$$R_{Ey} = -0.51R_{Ex} + 4068.7$$

$$R_{Ey} = 4643.06 \text{ N}$$

$$R_{Bx} = R_{Ex} - 857.5$$

$$R_{Bx} = -1983.7N \leftarrow$$

$$R_{By} = R_{Ey} + 6125$$

$$R_{By} = 10768.06N$$

Determinación de las reacciones para el cálculo del momento flector y esfuerzo cortante obtenidos de la (Figura 38).

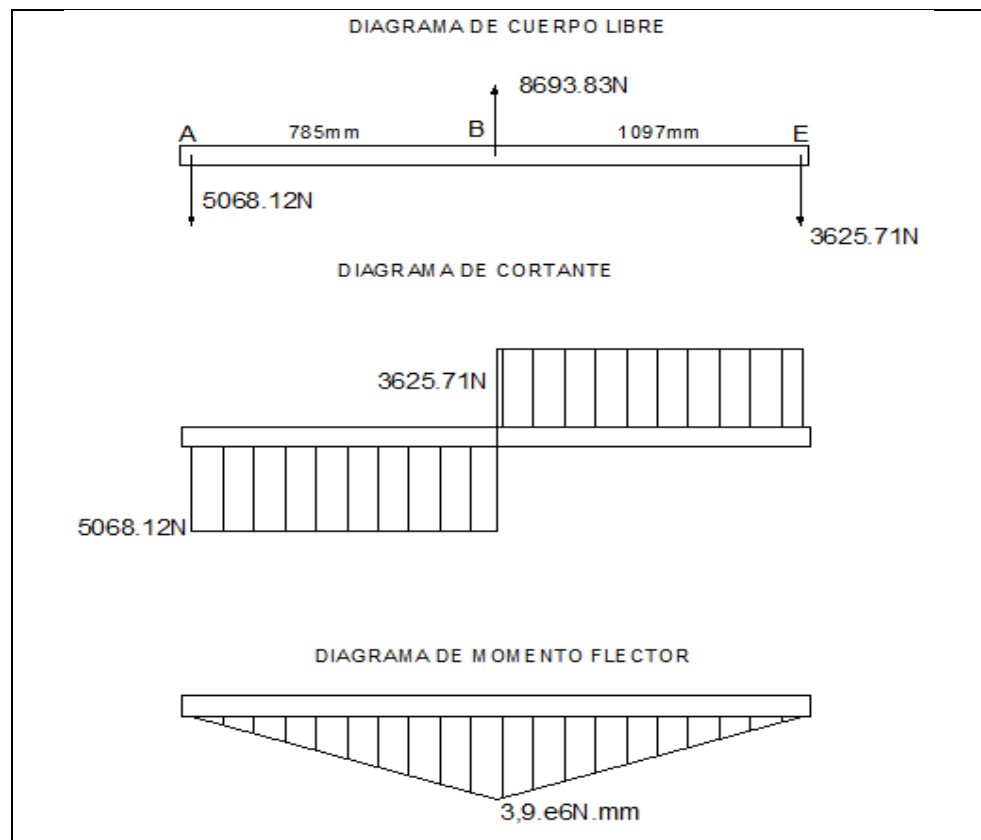
$$A_{Y1} = 857.5N \sin 27^\circ \quad B_{Y1} = 1983.7N \sin 27^\circ \quad E_{Y1} = 1126.2N \sin 27^\circ$$

$$A_{Y1} = 389.29N \quad B_{Y1} = 900.58N \quad E_{Y1} = 511.28N$$

$$A_{Y2} = 6125N \sin 63^\circ \quad B_{Y2} = 10768.06N \sin 63^\circ \quad E_{Y2} = 4643.06N \sin 63^\circ$$

$$A_{Y2} = 5457.41N \quad B_{Y2} = 9594.41N \quad E_{Y2} = 4136.99N$$

Figura 39. Diagramas del elemento 1



Fuente: Autores

EL momento flector máximo debido a las cargas actuantes sobre eslabón 1 es de $M_{\max}=3,9e6N.mm$.

A continuación se indica el análisis dimensional del esfuerzo a flexión

$$\sigma_{flexión} = \frac{[N.mm][mm]}{[mm^4]} \quad (7)$$

$$\sigma_{flexión} = \frac{[N.mm][mm]}{[mm^4]}$$

$$\sigma_{flexión} = [N/mm^2]$$

$$\sigma_{flexión} = \text{Esfuerzo a flexión}$$

Determinación del esfuerzo a flexión.

$$\sigma_{flexión} = \frac{Mc}{I} \quad (8)$$

Dónde:

M = Momento flector máximo

C = Distancia de la fibra extrema al eje neutro de la sección

I = Momento de inercia

Se determina el valor de la inercia de la sección del perfil del tubo cuadrado de 80x5 mm del elemento 1.

$I_{xx} = 131cm^4$ (el siguiente el valor es obtenido mediante tablas)

$I_{xx} = 1.31 \times 10^6 mm^4$

Tabla 15. Propiedades de sección del tubo de 80x80x5(mm)

TAMAÑO	ESPESOR	MASA LINEAL	ÁREA DE LA SECCIÓN	MOMENTO DE INERCIA	RADIO DE GIRO
BxB mm	T mm	M Kg/m	A cm ²	I cm ⁴	L cm
80x80	3	7,07	9,01	87,8	3,12
	4	9,22	11,7	111	3,07
	5	11,3	14,4	131	3,03

Fuente: www.infra.com.mx/servicios.../material.com

Calculando el esfuerzo de la barra sometido a flexión es:

$$\sigma_{flexión} = \frac{3,9e6 N.mm * 40mm}{1.31 \times 10^6 mm^4}$$

$$\sigma_{flexión} = 119 N/mm^2$$

El límite de fluencia del acero ASTM 36 es 2530 kg/cm².

Tabla 16. Límite de fluencia del acero

Tipo ASTM	Espesor Cm (pulg)	Esfuerzo de fluencia		Resistencia a La tensión	
		Kg/cm ²	Kpsi	Kg/cm ²	Kpsi
A36	Hasta 20 (8)	2530	36	4077-5624	58-80
	Mayor a 20 (8)	2245	32	4077-5624	58-80

<http://www.deacero.com/Content/PerfilesEstructurales.pdf>

Para calcular el valor del esfuerzo a flexión admisible, se aplica la teoría de Von Misses, las normas AISC permite un esfuerzo admisible de flexión de:

$$\sigma_{admissible} = 0,66 \sigma_y$$

$$\sigma_{admissible} = 160 N/mm^2 \text{ valor del esfuerzo a flexión admisible.}$$

Justificación del diseño

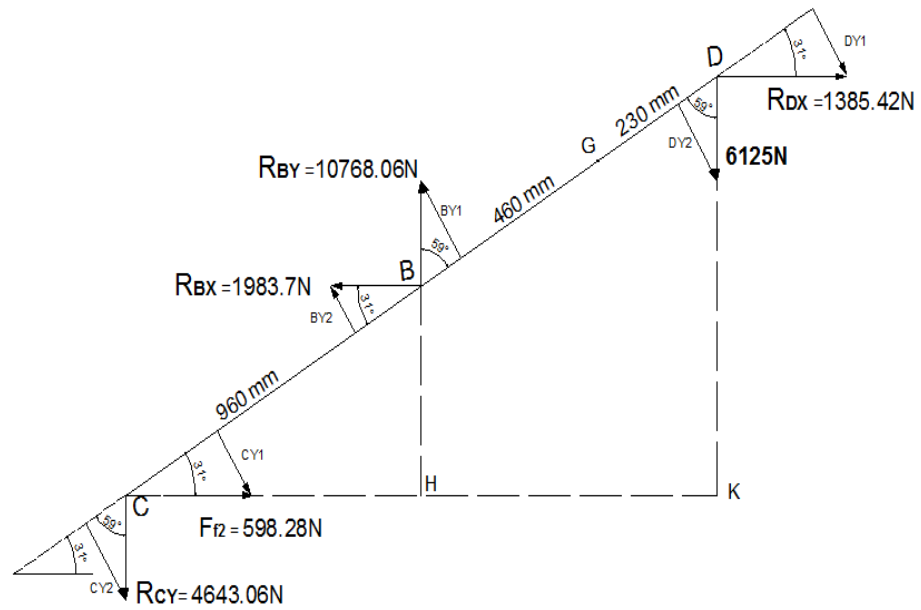
Para un acero ASTM A-36, el valor del $\sigma_{admissible a flexión} = 160 N/mm^2$. El elemento no falla debido a que el esfuerzo a flexión calculado debe ser menor al esfuerzo admisible a flexión.

ASTM A-36, con $\sigma_{admissible} = 160 N/mm$

$$\sigma_{flexión} < \sigma_{admissible} \text{ ASTM A-36, con } \sigma_{admissible} = 160 N/mm^2$$

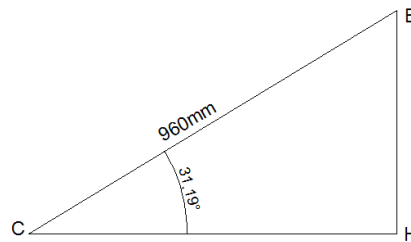
$$119 N/mm^2 < 160 N/mm^2$$

Figura 40. Aplicación de fuerzas y reacciones elemento 2



Fuente: Autores

Determinación de los segmentos en el triángulo (C-B-H).



$$\text{sen } 31.19^\circ = \frac{BH}{960}$$

$$BH = 960 \sin 31.19$$

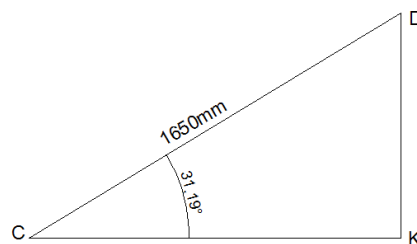
$$BH = 497.16\text{ mm}$$

$$\text{cos } 31.19^\circ = \frac{CH}{960}$$

$$CH = 960 \cos 31.19^\circ$$

$$CH = 821.23\text{ mm}$$

Determinación de los segmentos en el triángulo (C-D-K).



$$\begin{aligned}\sin 31.19^\circ &= \frac{DK}{1650} & \cos 31.19^\circ &= \frac{CK}{1650} \\ DK &= 1650 \sin 31.19^\circ & CK &= 1650 \cos 31.19^\circ \\ \mathbf{DK} &= \mathbf{854,49mm} & \mathbf{CK} &= \mathbf{1411.5 mm}\end{aligned}$$

Aplicando las condiciones de equilibrio utilizando en ambos elementos se calcula las reacciones de acuerdo a la (Figura 36).

$$\begin{aligned}\sum MC &= R_{BY}(CH) - R_{BX}(BH) - 8531(GK) - 6125(CK) - R_{DX}(DK) = 0 \\ \sum MC &= R_{BY}(821.23) - R_{BX}(497.16) - 6125(1411.5) - R_{DX}(854.49) = 0 \\ \sum MC &= 10768.06(821.23) + 1983.7(497.16) - 6125(1411.5) + R_{DX}(854.49) = 0 \\ 8843053.9 + 986216.29 - 8645437.5 + R_{DX}(854.49) &= 0 \\ 1183832.6 + R_{DX}(854.49) &= 0\end{aligned}$$

$$\mathbf{R_{DX} = -1385.42N}$$

$$\begin{aligned}\sum F_Y &= 0 & 10768.06 - 6125 - R_{CY} &= 0 \\ \mathbf{R_{CY} = 4643.06N}\end{aligned}$$

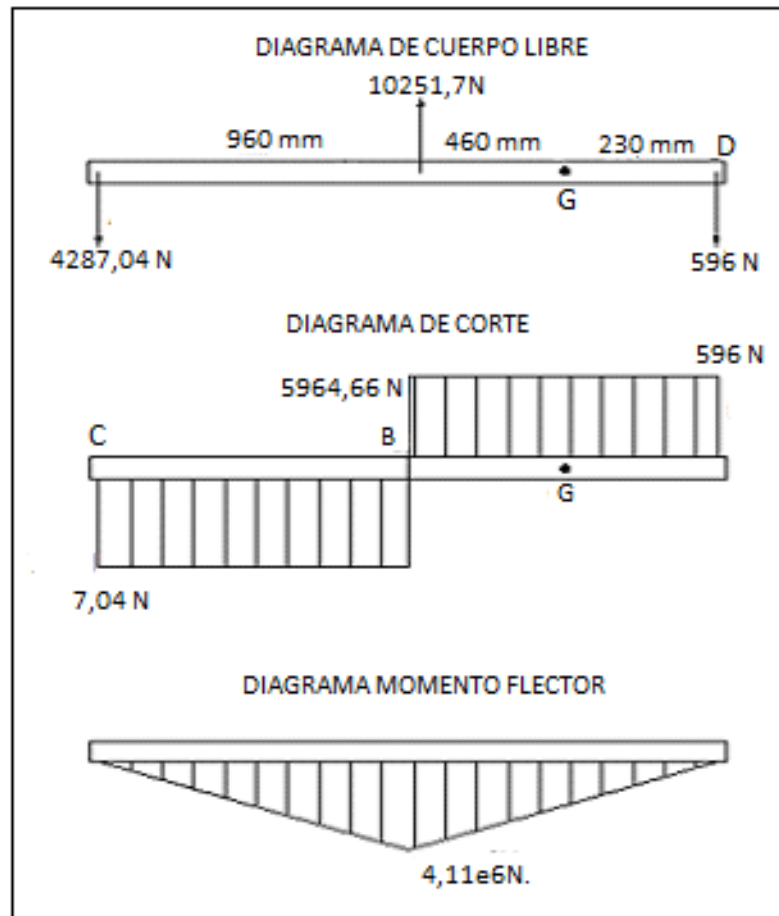
$$\begin{aligned}\sum F_X &= 0 & -1983.7 + 1385.42 - F_{f2} &= 0 \\ \mathbf{F_{f2} = -598.28N}\end{aligned}$$

Valores para el análisis del momento flector y esfuerzo cortante.

$$\begin{aligned}C_{Y1} &= 598.28 \sin 31,19^\circ & D_{Y1} &= 1385.42 \sin 31,19^\circ & B_{Y1} &= 107668.06 \sin 31,19^\circ \\ \mathbf{C_{Y1} = 309.83N} & & \mathbf{D_{Y1} = 717.47N} & & \mathbf{B_{Y1} = 9230.02N}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}C_{Y2} &= 4643.06 \sin 59^\circ & D_{Y2} &= 6125 \sin 59^\circ & B_{Y2} &= 1983.7 \sin 31.19^\circ \\ \mathbf{C_{Y2} = 3979.87N} & & \mathbf{D_{Y2} = 5250.14N} & & \mathbf{B_{Y2} = 1027.31N}\end{aligned}$$

Figura 41. Diagramas del elemento 2



Fuente: Autores

EL momento flector máximo debido a las cargas actuantes sobre eslabón 2 es de **M_{máx} = 4,11e6N.mm**

A continuación se indica el análisis dimensional del esfuerzo a flexión

$$\sigma_{flexión} = \frac{[N.mm][mm]}{[mm^4]} \quad (7)$$

$$\sigma_{flexión} = \frac{[N.mm][mm]}{[mm^4]}$$

$$\sigma_{flexión} = [N/mm^2]$$

$$\sigma_{flexión} = \text{Esfuerzo a flexión}$$

Se determina la inercia de la sección del perfil del tubo cuadrado de (80x5) mm del elemento 2 obtenemos.

$$I_{xx}=131\text{cm}^4 \quad \text{Valor obtenido según la (Figura. 40)}$$

$$I_{xx}=1.31 \times 10^6 \text{mm}^4$$

Se calcula el esfuerzo del tubo cuadrado sometido a flexión es:

$$\sigma_{\text{flexión}} = \frac{4,11 \times 10^6 \text{N} \cdot \text{mm} (40 \text{mm})}{1.31 \times 10^6 \text{mm}^4}$$

$$\sigma_{\text{flexión}} = 125 \text{N/mm}^2$$

$$\sigma_{\text{admisible}} = 160 \text{N/mm}^2$$

Justificación del diseño

Para un acero ASTM A-36, el valor del $\sigma_{\text{admisible a flexión}} = 160 \text{ N/mm}^2$. El elemento no falla debido a que el esfuerzo a flexión calculado debe ser menor al esfuerzo admisible a flexión.

$$\text{ASTM A-36, con } \sigma_{\text{admisible}} = 160 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{\text{flexión}} < \sigma_{\text{admisible}} \quad \text{ASTM A-36, con } \sigma_{\text{admisible}} = 160 \text{ N/mm}^2$$

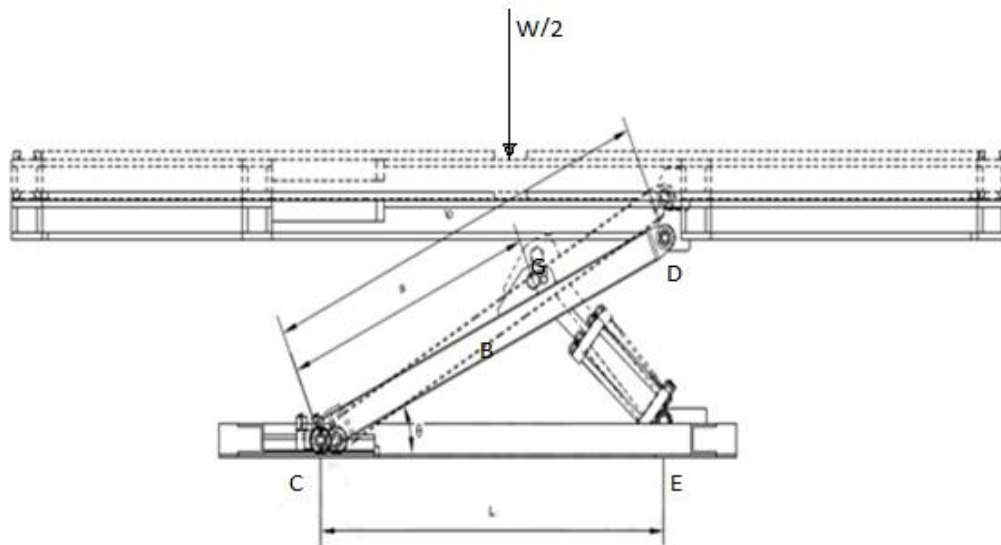
$$125 \text{N/mm}^2 < 160 \text{ N/mm}^2$$

3.7 Cálculo de la fuerza del cilindro

Se determinará la fuerza necesaria que deberá generar el cilindro hidráulico para poder elevar tanto la estructura que conforma el elevador y el automóvil.

Dada la naturaleza de la configuración de la estructura del elevador, la fuerza generada por el cilindro hidráulico se calculará mediante el método del trabajo virtual.

Figura 42. Fuerzas actuantes en el elevador



Fuente: Autores

De la (Figura 36), se observa que dado que las fuerzas generadas en los puntos fijos de la plataforma superior e inferior y las fuerzas producidas en las ruedas de deslizamiento no generan trabajo, el sistema se puede reducir a la siguiente gráfica.

Con esta gráfica simplificada del sistema se realiza el siguiente esquema en el que se presentan las fuerzas actuantes y las variables involucradas para aplicar el método.

Dada la naturaleza simétrica de la estructura sólo se presenta las variables actuantes referidas a un plano de simetría vertical.

$$W = W_{\text{auto}} + W_{\text{elevador}}$$

$$W_{\text{auto}} = \text{Peso del vehículo}$$

$$W_{\text{elevador}} = \text{Peso del elevador}$$

$$W = \text{Peso total del sistema}$$

$$W = 2500\text{kg} + 720\text{lb} \cdot \frac{1\text{kg}}{2.205\text{lb}}$$

$$W = 2826\text{kg} \cdot \frac{9.8\text{N}}{1\text{Kgf}}$$

$$W = 27700\text{N}$$

Calculo de la fuerza del cilindro.

$$F_G = \frac{W(S)(b)}{aL} \cot\theta \quad (9)$$

Dónde:

W= Peso del elevador y auto.

F_G =Fuerza del cilindro hidráulico.

θ =Ángulo de posición inicial

S=Segmento GE

b=Segmento CD

a=Segmento CG

L=Segmento CE

El ángulo $\theta=5^\circ$ es medido en posición más baja del elevador, se considera este ángulo en su posición inicial debido a que al momento de calcular la función trigonométrica tangente da un valor aproximado a cero, por lo que siendo una función inversa el valor de fuerza tiende hacer máximo.

Al calcular el valor de la función trigonométrica tangente con el ángulo de 27° , el valor tiende hacer uno, por lo que el valor de fuerza disminuye, la consideración para el diseño de los elementos se tiene que hacer con la cargas máximas de trabajo.

$$s^2 = 1420mm^2 + 1800mm^2 - 2(1420mm)(1800mm)\cos 5^\circ$$

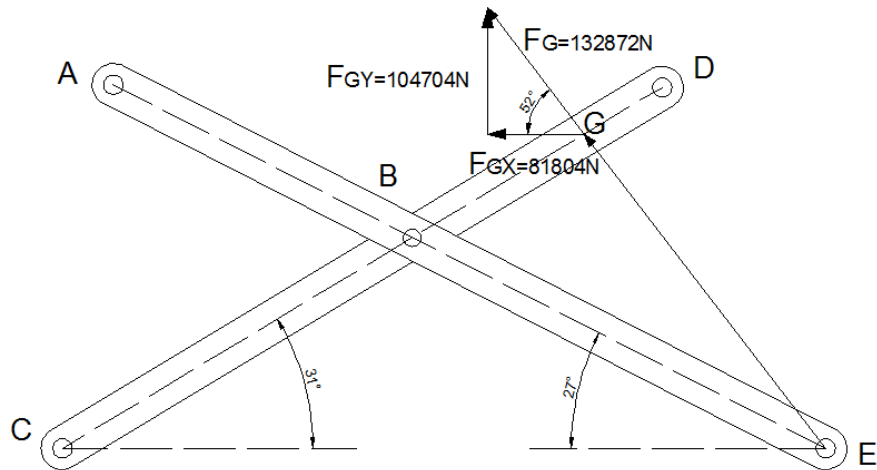
$$S=404.78mm$$

$$F_G = \frac{27700(404.78)(2650)}{(1420)(1800)} \frac{1}{\tan 5^\circ}$$

$$F_G = 132872N$$

En la (Figura 43), se muestra el cálculo de las descomposiciones de la fuerza del cilindro, con respecto a los ejes (x, y), con el cual va a permitir determinar la fuerza actuante sobre el travesaño para su correspondiente diseño.

Figura 43. Componentes de las fuerzas actuantes del cilindro F_G



Fuente: Autores

$$\sin 52^\circ = \frac{F_{GY}}{F_G}$$

$$F_{GY} = 132872N \operatorname{sen} 52^\circ$$

$$F_{GY} = 104704N$$

$$\cos 52^\circ = \frac{F_{GX}}{F_G}$$

$$F_{GX} = 132872N \operatorname{sen} 52^\circ$$

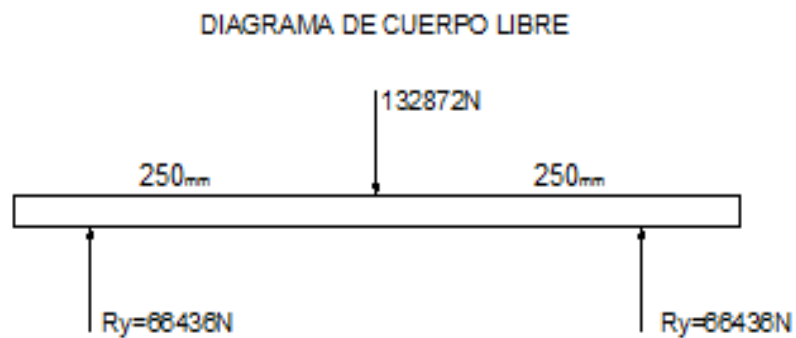
$$F_{GX} = 81804N$$

3.8 Cálculo del travesaño

De la (Figura 43), consideramos la fuerza resultante para el diseño del travesaño, es decir el valor de 132872N.

A continuación se muestra el diagrama de fuerzas del travesaño para su correspondiente validación.

Figura 44. Diagramas fuerzas del travesaño

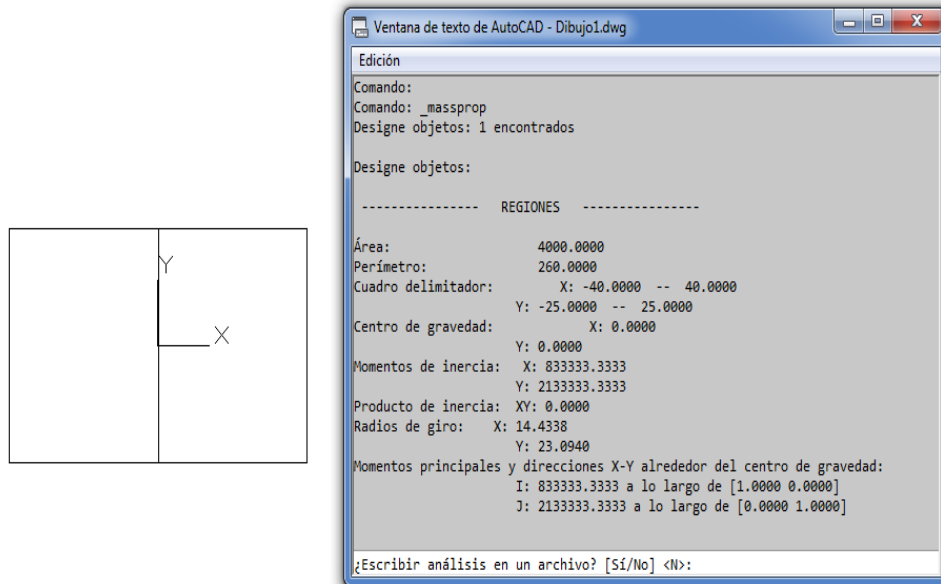


Fuente: Autores

Se determina la inercia de la sección del perfil del tubo rectangular macizo de 80x50 mm.

Se calcula el esfuerzo del tubo rectangular macizo sometido a flexión es:

Figura 45. Propiedades de la sección del tubo rectangular macizo



Fuente: Autores

$I_{yy} = 2133333,3 \text{ mm}^4$ (valor obtenido del momento de inercia)

$$\sigma_{flexión} = \frac{[M \max][L/2]}{[I_{yy}]} \quad (10)$$

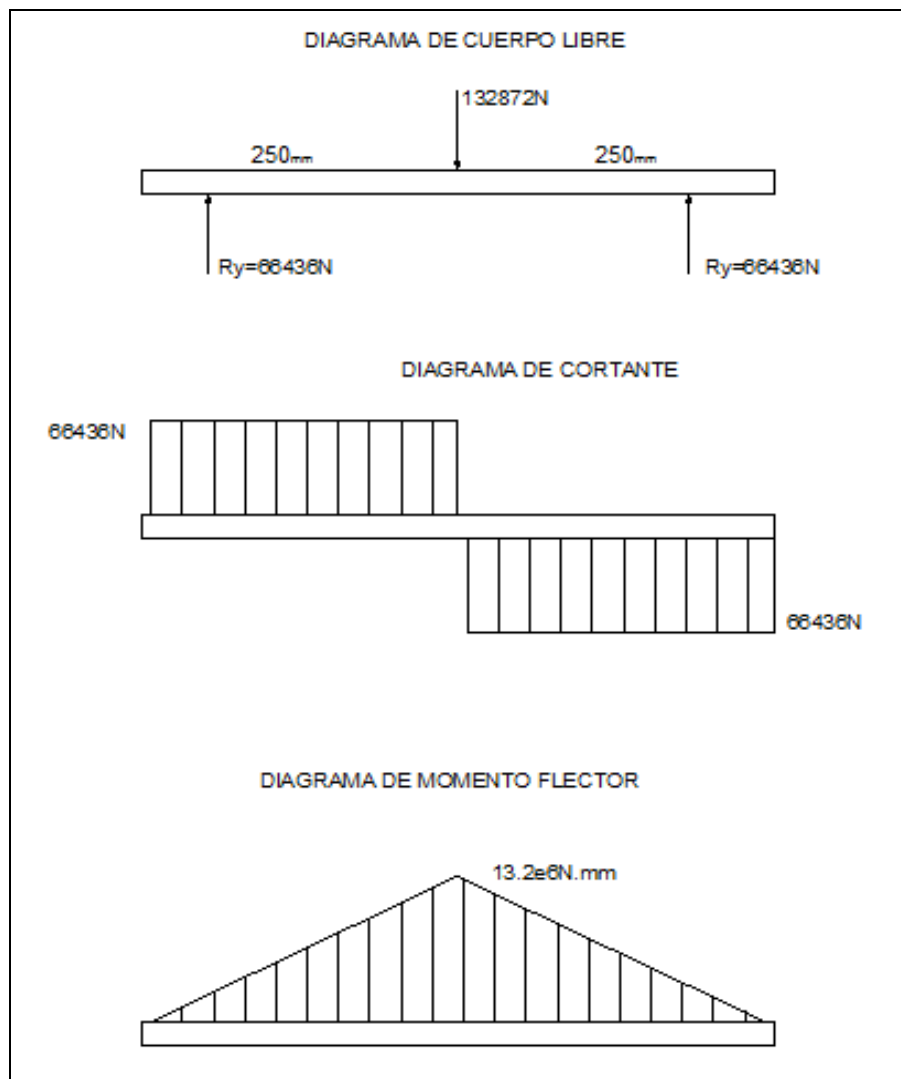
$$\sigma_{flexión} = \frac{[13.2e6N.mm][25mm]}{[2133333,3mm^4]}$$

$$\sigma_{flexión} = [154.68N/mm^2]$$

$$\sigma_{flexión} = \text{Esfuerzo a flexión}$$

$$154.68N/mm^2 < 160 N/mm^2$$

Figura 46. Diagramas del travesaño



Fuente: Autores

3.9 Cálculo de fatiga del perno

El perno tiende a cortarse según dos secciones transversales. (TIMOSHENKO, 2002, pág. 26)

$$\tau = \frac{P}{2A} \quad (11)$$

En la que:

τ = esfuerzo cortante

P = fuerza cortante = 1384.5 Kg

A = área de corte = 8 mm²

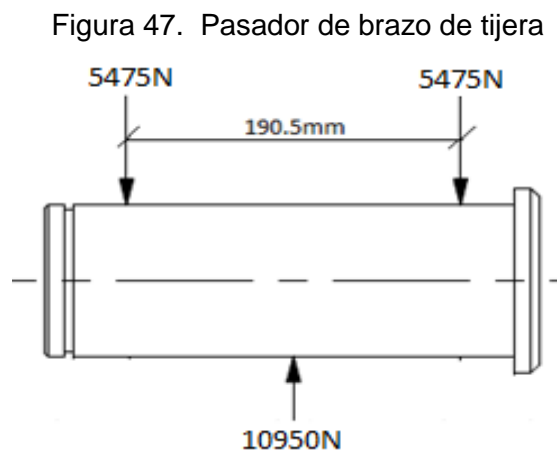
Entonces:

$$\tau = \frac{1384.5 \text{ N}}{2(8 \text{ mm}^2)}$$

$$\tau = 86.5 \text{ N/mm}^2.$$

3.10 Cálculo del pasador del brazo de tijera

Los pasadores de los brazos de tijera, son los que corresponden a los puntos fijos y móviles (ruedas) de cada brazo. Se determina la fuerza máxima. Esta fuerza se generará en el brazo de tijera, ahí se produce una fuerza máxima que se determina mediante el cálculo mostrado.



Fuente: Autores

Para el análisis del diseño del pasador, se toma en cuenta la (Figura 36), considerando las reacciones sobre el punto B, siendo la unión de las tijeras del elevador, con un pasador igual a 1 in. Este pasador está sometido esfuerzos cortantes.

$$R_{BX} = 1983.7 \text{ N}$$

$$R_{BY} = 10768.06 \text{ N}$$

$$D_{\text{pasador}} = 1 \text{ in} = 25.4 \text{ mm}$$

$$R_B = \sqrt{R_{BX}^2 + R_{BY}^2}$$

$$R_B = \sqrt{1983.7^2 + 10768.06^2}$$

$$R_B = 10950 \text{ N}$$

$$\tau_{corte} = \frac{F_{corte}}{A} / 2 \quad (12)$$

$$\tau_{corte} = \frac{10950N}{\frac{\pi}{4}(25.4 \text{ mm})^2} / 2$$

$$\tau_{corte} = 11N/mm^2$$

Justificación del diseño

Para un acero ASTM A-36, el valor del $\tau_{admisible \text{ a corte}} = 99 \text{ N/mm}^2$. El elemento no falla debido a que el esfuerzo a corte debe ser menor al esfuerzo admisible a corte. Para calcular el valor del esfuerzo cortante admisible, se aplica la teoría de Von Misses, las normas AISC permite un esfuerzo admisible a corte de:

$$\tau_{admisible} = 0,40 \sigma_y$$

$$\tau_{admisible} = 99N/mm^2$$

$$\tau_{corte} < \tau_{admisible}$$

$$11N/mm^2 < 99N/mm^2$$

3.11 Cálculo del diámetro del cilindro

El catálogo utilizado para la selección corresponde al de los cilindros hidráulicos tipo 640/4 de simple efecto, en este se presentan cilindros hidráulicos diseñados para presiones máximas de 50 bar y 200 bar. Para las condiciones de trabajo del presente proyecto se trabaja con una presión máxima de trabajo $P_{\text{máx}} = 160 \text{ bar}$ (16 N/mm^2).

$$P = \frac{F}{A} \quad (13)$$

Datos:

$$2000\text{psi} \cong 16N/mm^2$$

$$d^2 = \frac{\frac{132872}{2} * (4)}{\pi(16)}$$

$$d(\text{Cilindro}) = 72.7\text{mm} \cong 80\text{mm}$$

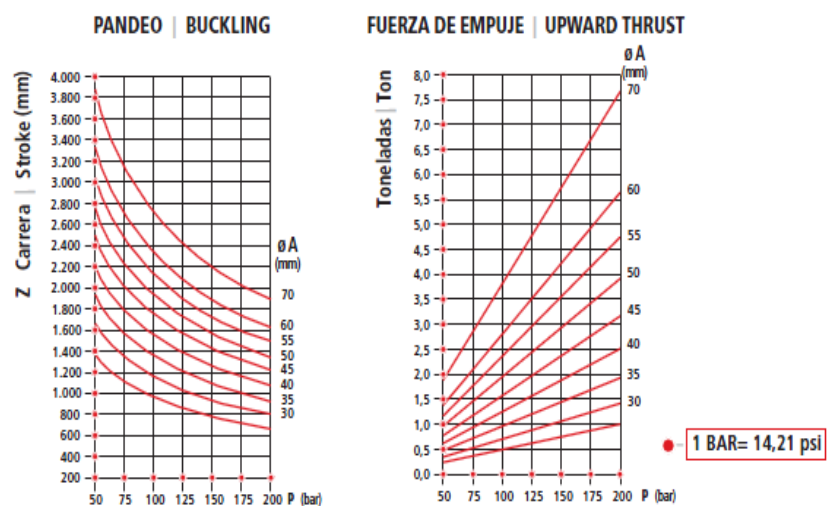
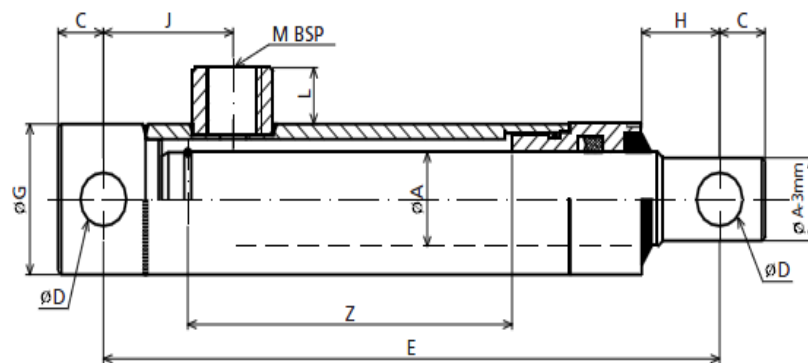
3.12 Selección de los componentes para el circuito hidráulico

Mediante el cálculo seleccionaremos los elementos necesarios para nuestro circuito hidráulico parte fundamental de la construcción del elevador de tipo tijera.

- Cilindro hidráulico.
- Vástago del cilindro.
- Unidad de potencia.
- Accesorios de unión.
- Válvulas a usar.

3.13 Selección del cilindro hidráulico

Figura 48. Designación del cilindro hidráulico



Fuente: http://www.cilindros_gatos_enerpac.html

Para la selección del cilindro vamos a tablas del catálogo cilindros y cromados, tomando en cuenta los diámetros calculados anteriormente, del vástago (80mm) seleccionando la serie 640/4.

Figura 49. Selección del cilindro hidráulico

Cilindros hidráulicos de simple y doble efecto														
Cilindros estándar de simple efecto														
REF.	Ø A	Z CARRERA STROKE	E	C	D	G	H	J	O	P	L	M	Vol. (L)	Peso Weight (Kg.)
640/2		200	330										0,39	6,0
640/3		300	430										0,59	7,6
640/4	40	400	530	22	23	80	32	47			15	3/8	0,79	9,3
640/5		550	680										1,08	11,7
640/7		700	830										1,37	14,2

Fuente: <http://www.roemheld.com>

3.14 Cálculo del caudal de la bomba

Para el cálculo de la bomba tomaremos en cuenta tres factores importantes, que son: el tiempo de elevación (t), recorrido o carrera (C) y diámetro interno del cilindro hidráulico (Di), los cuales son importantes en la fórmula a utilizarse.

$$Q = \frac{\pi * D_i^2 * C}{4 * t} \quad (14)$$

Dónde:

Di = 2, 5plg = 6,35cm

C = 0.81m = 81cm

T = 50 seg. = 0.83 min

Q = Caudal (GPM)

Di = Diámetro interior del cilindro (m)

C = Carrera útil del pistón (m)

t = Tiempo de elevación (s)

$$Q = \frac{\pi * (6.35\text{cm})^2 * 81\text{cm}}{4 * 50\text{seg.}} = 51.30 \frac{\text{cm}^3}{\text{seg}}$$

Q= 0.90 GPM

Hay que recordar que este caudal está calculado para un solo cilindro, en nuestro caso hay la necesidad de multiplicar por 2, debido a que en nuestro diseño tenemos 2 cilindros. (PARKER, 2004, págs. 4-5)

$$Q_t = 0.90 \text{ GPM} \times 2 = 1.80 \text{ GPM}$$

Debemos seleccionar una bomba que genere 1.80 GPM o 2 GPM para que eleve los émbolos de los 2 cilindros en un tiempo de 50 s. La bomba seleccionada es de tipo rotatoria que permite transportar el fluido entre los dientes de engranajes acoplados.

3.15 Cálculo de la potencia del motor para la bomba

En este caso utilizaremos la fórmula de potencia teniendo como datos el caudal y la presión.

$$\text{Potencia} = P \times Q \times 0,000583 \quad (14)$$

0,000583 = Factor de conversión

Potencia en Hp

P = Presión de fluido en psi

Q = Caudal en GPM

Para:

P = 2000 psi

Q = 1.80 GPM

Se tiene:

$$\text{Potencia} = 2000 \text{ psi} \times 1.80 \text{ GPM} \times 0.000583 = 2 \text{ HP}$$

El motor seleccionado es de potencia 2 HP.

En el mercado tenemos a nuestro alcance este tipo de motor de 2 HP con las siguientes características:

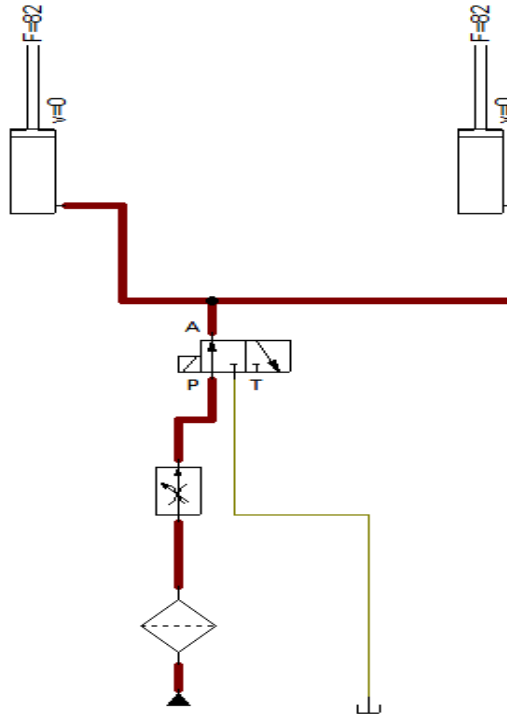
Tabla 17. Motor eléctrico

MOTOR ELÉCTRICO				
Voltaje (VCA)	Frecuencia (Hz)	Corriente (A)	Potencia (Hp)	Revoluciones (rpm)
110 – 220	60	15 – 18	2	3450

Fuente: http://www.motor_elect.com

3.16 Cálculo de pérdidas en el sistema

Figura 50. Circuito hidráulico accionado



Fuente: Autores

El número de Reynolds permite predecir el carácter turbulento o laminar en ciertos casos. Si el número de Reynolds es menor de 2000 el flujo será laminar y si es mayor de 4000 el flujo será turbulento.

Para un fluido que circula por el interior de una tubería circular recta, el número de Reynolds viene dado por:

$$Re = \frac{\rho v_s D}{\mu}$$

O equivalentemente por:

$$Re = \frac{v_s D}{\nu}$$

Dónde:

ρ : Densidad del fluido

U_s : Velocidad característica del fluido

D : Diámetro de la tubería a través de la cual circula el fluido o longitud característica del sistema.

μ : Viscosidad dinámica del fluido

ν : Viscosidad cinemática del fluido

$$\nu = \frac{\mu}{\rho}$$

Datos:

Temperatura de trabajo 25 °C

$$\mu = 0.011 \text{ lb/in} \cdot \text{s}$$

$$\rho = 0.032 \text{ lb/in}^3$$

$$\nu = 0.12 \text{ in/s}$$

$$D_{\text{manguera}} = 1 \text{ in}$$

Longitud de manguera = 4m

$$Re = \frac{0.12 \times 1 \times 0.0321}{0.011}$$

$$Re = 0.35$$

$Re = 0.35$ como Re es menor que 2000 el flujo es laminar entonces la tubería está bien seleccionada.

El valor calculado de Reynolds es muy bajo, en conclusión no va a existir calentamiento y que el diámetro de la manguera hidráulica es la adecuada para el sistema.

Analizamos las caídas de presión en las tuberías. Basándose en datos de la manguera, en cada metro de manguera se pierde 4Psi.

$$\text{Así que } \Delta P = 4(4)$$

$$\Delta P = 53 \text{ Psi} = 3.67 \text{ bar}$$

Tabla 18. Caídas de presión de los elementos del circuito

ACCESORIO	NÚMERO	$\Delta P(\text{bar})$
Distribuidor pivotado	1	2.2
Relief	1	1
Filtro	1	0.11
Tubería	4	0,36
Total		3,67

Fuente: Autores

Pérdida total del sistema = 3.67bar = 53Psi

Eficiencia del sistema = (2000 Psi) – (caídas de presión de los elementos del circuito)

$$E_s = 2000\text{Psi} - 53 \text{ Psi}$$

$$E_s = 1947\text{Psi}$$

Las pérdidas en el circuito hidráulico son muy bajas debido a que el sistema hidráulico es simple.

3.17 Determinación de la capacidad del reservorio del hidráulico

Datos del cilindro hidráulico

$$D = 8\text{cm}$$

$$H = 40\text{cm}$$

El volumen de aceite en el cilindro es:

$$V = \pi r^2 h \quad (15)$$

$$V = \pi(4)^2(40)$$

$$V = 2010.61\text{cm}^3$$

$$V = 0.53\text{Gal.}$$

En nuestro elevador tenemos 2 cilindros por lo cual debemos multiplicar por el número de cilindros.

$$V = 0.53 \text{ Gal} * 2$$

$$V = 1.06 \text{ Ga}$$

El catálogo de la JSB, establece que el reservorio de aceite sea de 2,5 a 3 veces el volumen de aceite utilizado en el cilindro.

Por lo tanto seleccionamos un depósito de 2.5 según el catálogo JSB

3.18 Selección de accesorios hidráulicos

A continuación indicaremos el resto de accesorios que se utilizarán para el funcionamiento normal de nuestro sistema hidráulico, diseñado como lo indica el circuito:

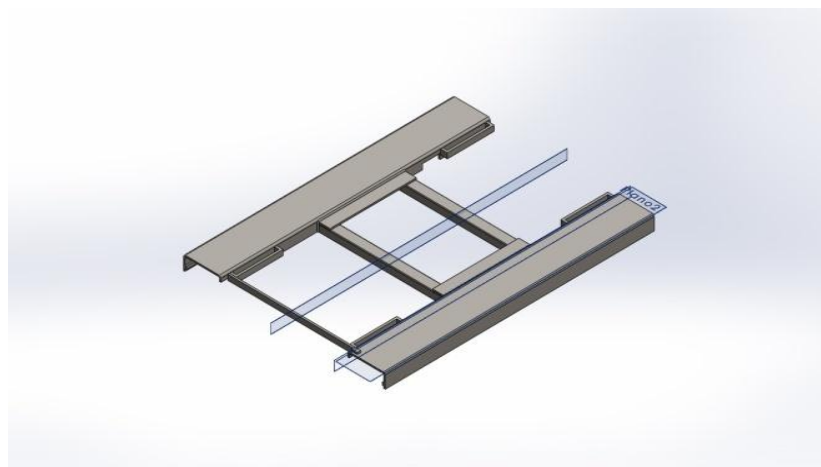
- Válvula distribuidora de 2 vías y 2 posiciones (2 v / 2 p), (2 / 2)
- Válvula reguladora de presión de 0 a 2000 psi.
- Válvula de control de flujo.
- Válvula check.

3.19 Análisis del cordón de soldadura mediante software CAE

El elevador electro hidráulico, está compuesto por, perfiles y platinas soldadas entre sí. Como consecuencia de ello, se analizarán las uniones soldadas sobre las cuales se presentan las mayores solicitaciones de carga, esto con el fin de obtener los esfuerzos según Von Misses y el factor de seguridad debido a las cargas actuantes sobre el elevador.

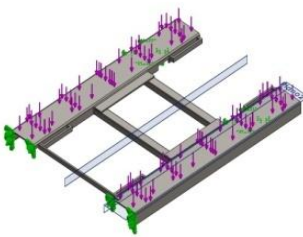
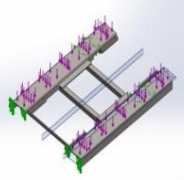
El elevador hidráulico presentará las mayores exigencias de soldadura en la plataforma superior, debido a las exigencias a que están sometidas dichas partes.

Figura 51. Simulación de análisis de soldadura



Fuente: Autores

Figura 52. Información de modelo

 <p>Nombre del modelo: ANÁLISIS SOLDADURA Configuración actual: Predeterminado</p>		
Sólidos		
Nombre de documento y referencia	Tratado como	Propiedades volumétricas
	Sólido	Masa:0.0108757 kg Volumen:1.38544e-006 m ³ Densidad:7850 kg/m ³ Peso:0.106582 N

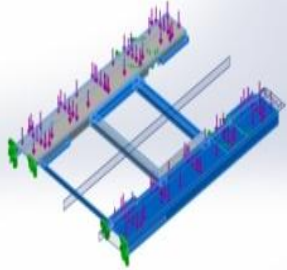
Fuente: Autores

Tabla 19. Unidades del estudio de la soldadura

Sistema de unidades:	Métrico (MKS)
Longitud/Desplazamiento	Mm
Temperatura	Kelvin
Velocidad angular	Rad/seg
Presión/Tensión	N/m ²

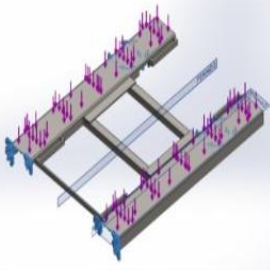
Fuente: Autores

Figura 53. Propiedades del material

Referencia de modelo	Propiedades
	Nombre: ASTM A36 Acero Tipo de modelo: Isotrópicoelástico lineal Criterio de error predeterminado: Tensión máxima de von Mises Límite elástico: 2.5e+008 N/m² Límite de tracción: 4e+008 N/m² Módulo elástico: 2e+011 N/m² Coeficiente de Poisson: 0.26 Densidad: 7850 kg/m³ Módulo cortante: 7.93e+010 N/m²

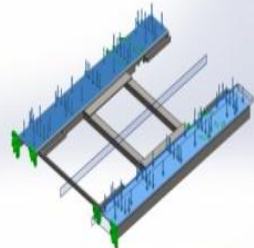
Fuente: Autores

Figura 54. Sujeciones

Nombre de sujeción	Imagen de sujeción	Detalles de sujeción		
Fijo-1		Entidades: 4 cara(s) Tipo: Geometría fija		
Fuerzas resultantes				
Componentes	X	Y	Z	Resultante
Fuerza de reacción(N)	-2.6449	49030	-1.50302	49030

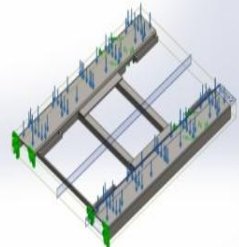
Fuente: Autores

Figura 55. Cargas

Nombre de carga	Cargar imagen	Detalles de carga
Fuerza-1		Entidades: 2 cara(s) Tipo: Aplicar fuerza normal Valor: 2500 kgf

Fuente: Autores

Figura 56. Información de contacto

Contacto	Imagen del contacto	Propiedades del contacto
Contacto global		Tipo: Unión rígida Componentes: 1 componente Opciones: Mallado compatible

Fuente: Autores

Tabla 20. Información de malla de la soldadura

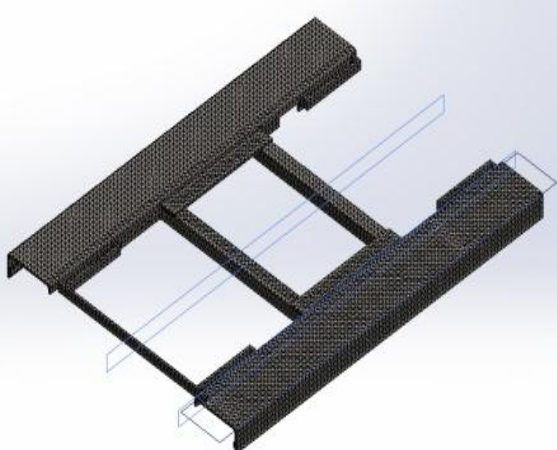
Tipo de malla	Malla sólida
Mallador utilizado:	Malla estándar
Transición automática:	Desactivar
Incluir bucles automáticos de malla:	Desactivar
Tamaño de elementos	17.6927 mm
Tolerancia	0.884636 mm
Calidad de malla	Elementos cuadráticos de alto orden

Fuente: Autores

Figura 57. Información de malla – Detalles

Número total de nodos tetraédricos	67014
Número total de elementos	33795
Tiempo para completar la malla (hh:mm:ss):	00:00:40

Nombre de modelo: ANALISIS SOLDADURA
Nombre de estudio: Estudio 1
Tipo de malla: Malla de sólido



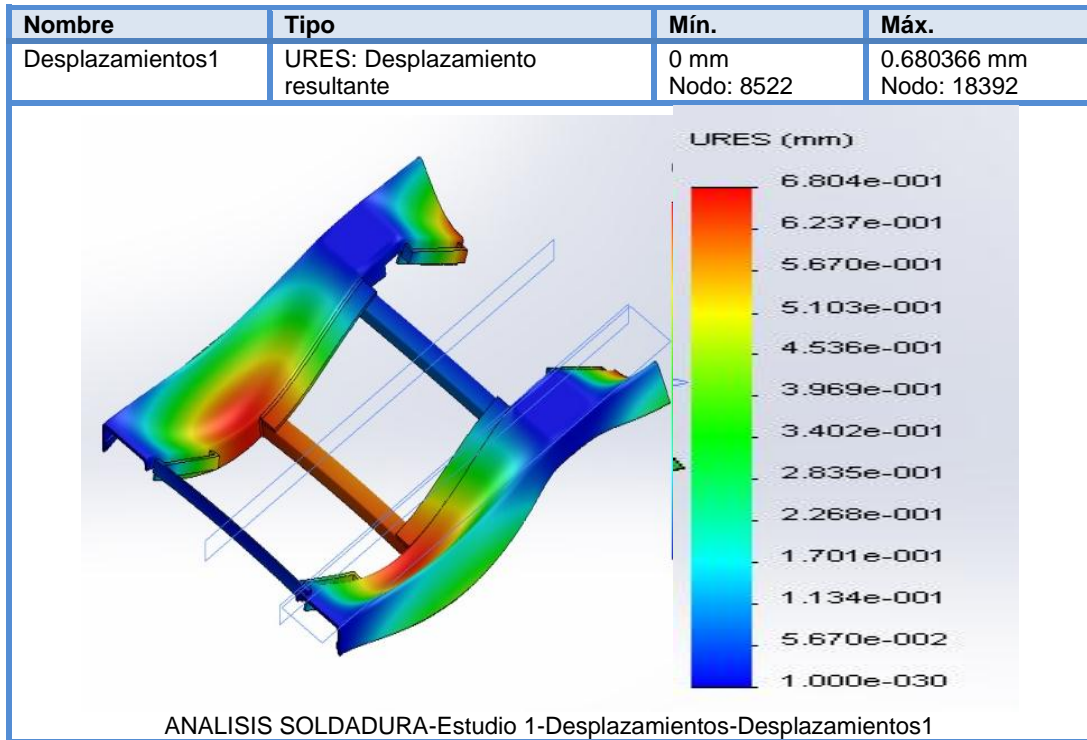
Fuente: Autores

Tabla 21. Fuerzas de reacción

Conjunto de selecciones	Unidades	Suma X	Suma Y	Suma Z	Resultante
Todo el modelo	N	-2.6449	49030	-1.50302	49030

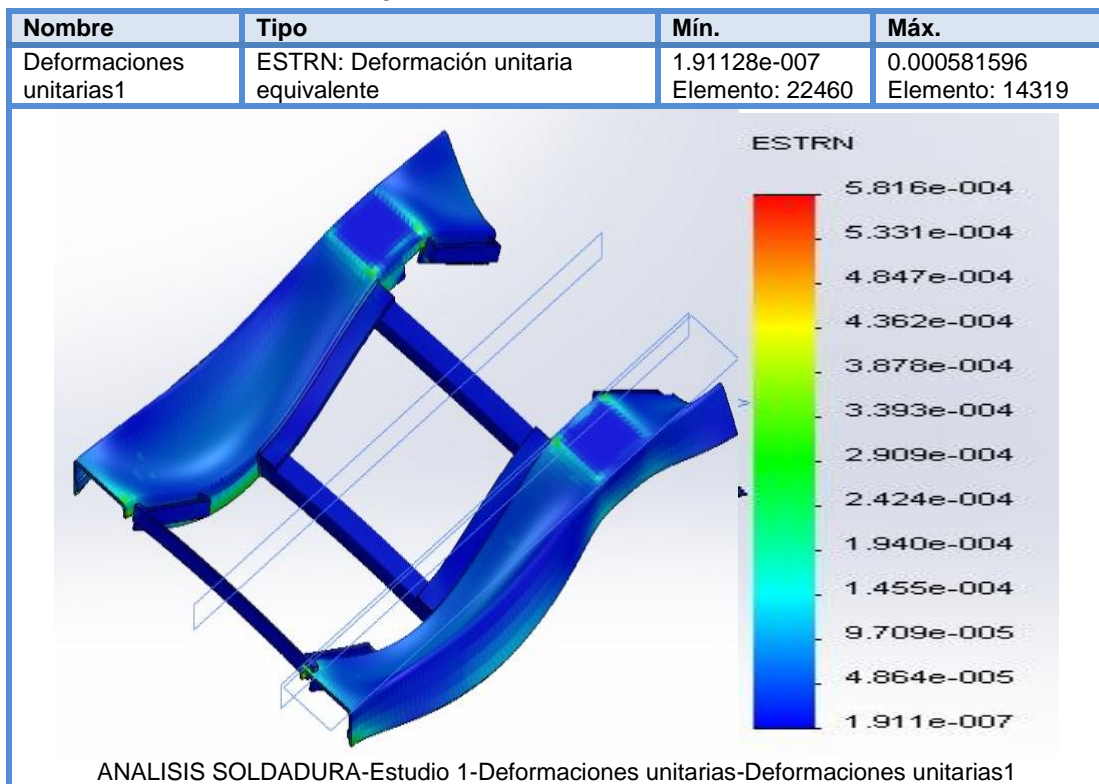
Fuente: Autores

Figura 58. Resultados de estudio de la soldadura



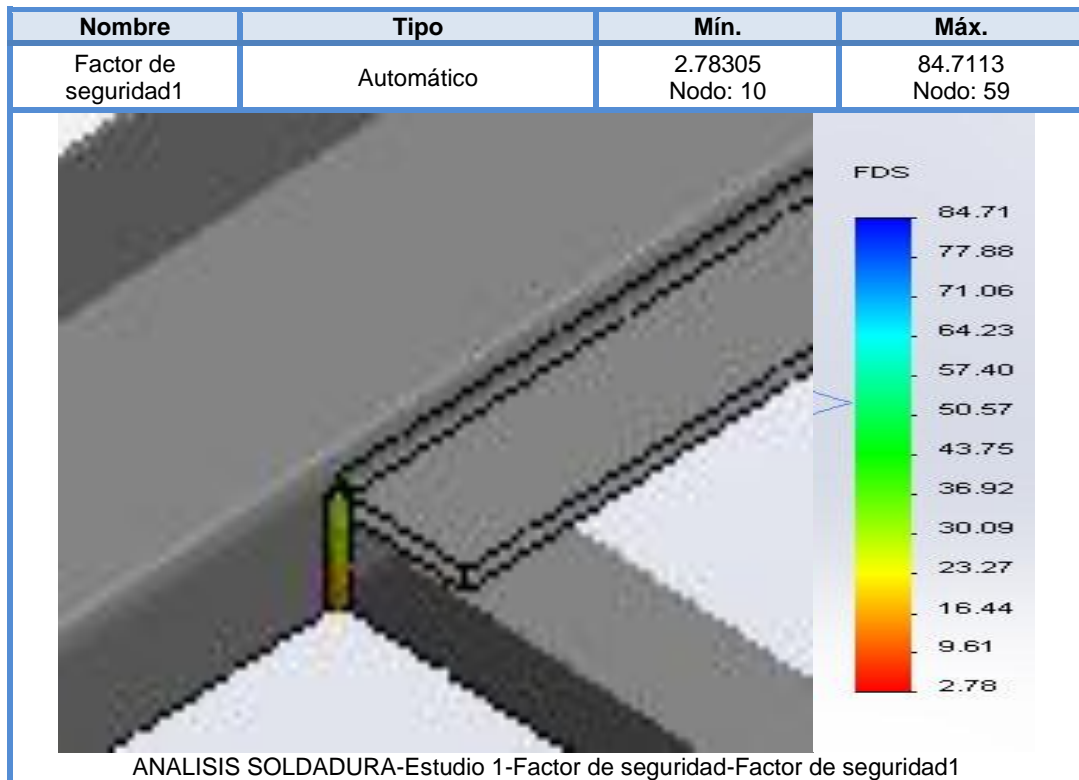
Fuente: Autores

Figura 59. Deformación unitaria



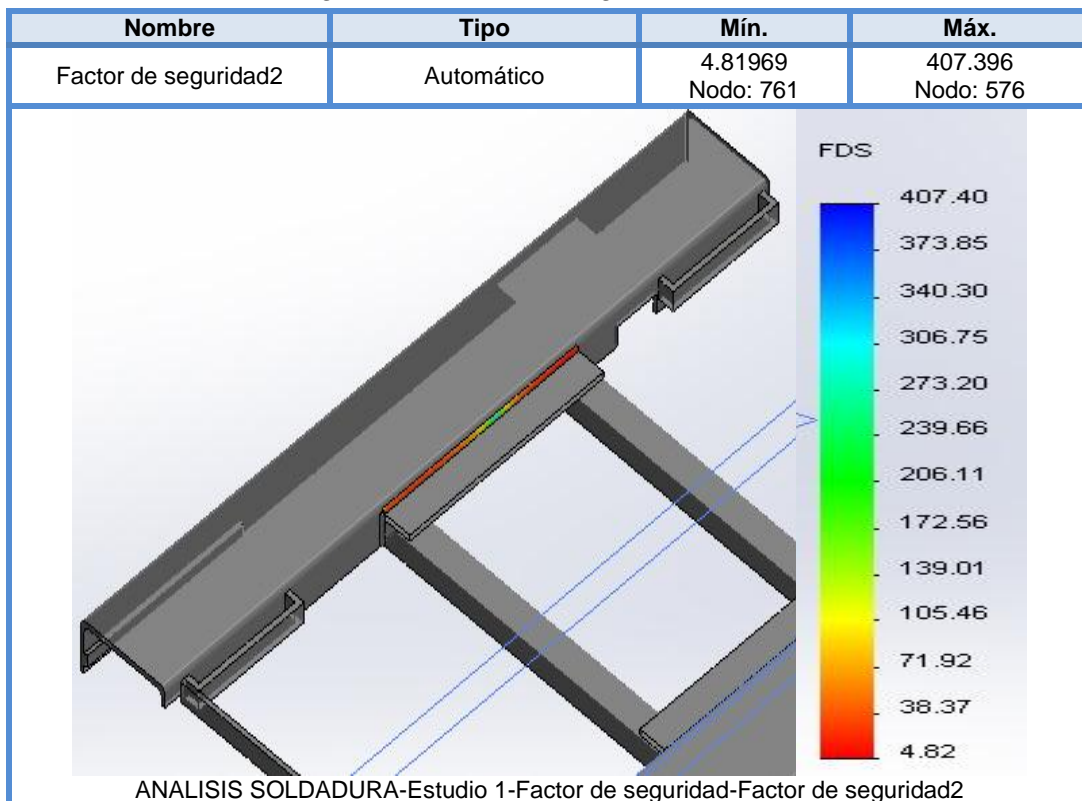
Fuente: Autores

Figura 60. Factor de seguridad



Fuente: Autores

Figura 61. Factor de seguridad de soldadura



Fuente: Autores

Conclusión: de acuerdo a los valores del factor de seguridad mostrado en los códigos de colores del gráfico adjunto se observa que el valor es de 4.82, en donde se puede considera un valor aceptable dentro de los parámetros de diseño ($n > 2$).

Para realizar el proceso de la soldadura se utiliza un electrodo recubierto con la siguiente especificación normalizado de acuerdo AWS E70 1 8 H4 R el electrodo es designado de acuerdo al material base a soldar el mismo que cumple con la resistencia a la tensión de 70.000 PSI, el cual también permite trabajar en las posiciones: plano, horizontal, vertical, sobre cabeza.

CAPÍTULO IV

4. PROCESOS DE CONSTRUCCIÓN Y MONTAJE DEL SISTEMA

4.1 Procesos

Todo trabajo o realización de un producto es un proceso, por lo cual es muy importante para nuestro proyecto el conocimiento del proceso y cada una de sus partes. Gracias a él, podemos llevar un control explícito de cada acción a realizarse.

Muchas de las empresas o fábricas no ponen atención a este proceso, lo cual resulta ser un producto mal elaborado y desconociendo donde ocurrió el error y el porqué de una producción mala. Hoy en día pocas son las empresas que descuidan los procesos o pasos a seguir para la elaboración de cualquier producto.

4.1.2 Definición de proceso. Un proceso es un conjunto de actividades o eventos (coordinados u organizados) que se realizan o suceden con un fin determinado.

Este término tiene significados diferentes según la rama de la ciencia o la técnica en que se utilice.

El objetivo de un proceso es proveer un producto o servicio de calidad superior en el menor plazo posible al más bajo costo a fin de conseguir una satisfacción total del cliente.

Un proceso de fabricación, que es el que utilizaremos en nuestro proyecto, también denominado proceso industrial, manufactura o producción, es el conjunto de operaciones necesarias para modificar las características de las materias primas, dichas características pueden ser de naturaleza muy variada tales como la forma, la densidad, la resistencia, el tamaño o la estética. Se realizan en el ámbito de la industria.

En la inmensa mayoría de los casos, para la obtención de un determinado producto serán necesarias multitud de operaciones individuales de modo que, dependiendo de la escala de observación, puede denominarse proceso tanto al conjunto de operaciones desde la extracción de los recursos naturales necesarios hasta la venta

del producto como a las realizadas en un puesto de trabajo con una determinada máquina-herramienta.

Los procesos se mejoran por diferentes razones. Primero son parte del diseño de negocios que suministran la máxima diferenciación y potencial para la ventaja competitiva.

Segundo mejorar el proceso es la única oportunidad para reducir de manera significativa los costos sin disminuir los resultados o la calidad. Tercero la tecnología apoya directamente al proceso de manera que mejorarlo es la mejor forma de sacar ventaja de nuevas tecnologías.

Los proyectos para elevar la calidad y para el cambio organizacional han sido mucho más utilizado que los esfuerzos para la modificación de procesos, sin embargo cuando no se ha considerado la mejora del proceso dichos procesos han sido menos eficaces de lo que hubiesen podido ser

4.1.3 Tipos de procesos. Dentro de la cadena de valor existen procesos que se coordinan entre sí para un mejor desempeño y estos son:

- **Procesos primarios.-** Realización o producción del producto que ha futuro se entregará al cliente y están vinculados físicamente.
- **Procesos de apoyo.-** Procesos que respaldan y apoyan a los procesos primarios para un resultado satisfactorio.
- **Procesos de gestión.-** Los procesos que coordinan y organizan el ordenan tanto los procesos de apoyo como los primarios, de una forma eficiente.

4.2 Manejo de materiales

El manejo de materiales puede llegar a ser el problema de la producción ya que agrega poco valor al producto, consume una parte del presupuesto de manufactura. Este manejo de materiales incluye consideraciones de movimiento, lugar, tiempo, espacio y cantidad.

El manejo de materiales debe asegurar que las partes, materias primas, material en proceso, productos terminados y suministros se desplacen periódicamente de un lugar

a otro. Cada operación del proceso requiere materiales y suministros a tiempo en un punto en particular, el eficaz manejo de materiales.

Se asegura que los materiales serán entregados en el momento y lugar adecuado, así como, la cantidad correcta. El manejo de materiales debe considerar un espacio para el almacenamiento.

En una época de alta eficiencia en los procesos industriales las tecnologías para el manejo de materiales se han convertido en una nueva prioridad en lo que respecta al equipo y sistema de manejo de materiales. Pueden utilizarse para incrementar la productividad y lograr una ventaja competitiva en el mercado.

Aspecto importante de la planificación, control y logística por cuanto abarca el manejo físico, el transporte, el almacenaje y localización de los materiales.

4.3 Plan de producción

Para obtener un producto o prestar un servicio, debemos contar con ciertos elementos: maquinaria, herramientas, trabajadores, materias primas, etc.

Después, los organizamos según el orden que debemos seguir para obtener el producto o el servicio deseado. A todo ello lo denominamos “proceso productivo”.

El plan de producción es la organización de todo el proceso productivo, que es lo mismo, recoge todos los aspectos técnicos y organizativos que conciernen a la fabricación de productos o prestación de servicios.

4.4 Hoja de proceso

Para la construcción del elevador electro hidráulico primero se realizara una hoja de proceso. Con esta hoja se realiza el proyecto escrito, y después se empieza la construcción de la maqueta.

La hoja de proceso se realizará en forma de tabla y a mano alzada. Deberá ponerse en ella cada una de las piezas que tenemos que construir para realizar la maqueta, las herramientas necesarias, el material necesario, el tiempo de ejecución de cada una de las piezas, así como quien será el responsable de realizar esa pieza.

Tabla 22. Procesos de construcción

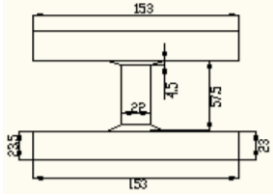
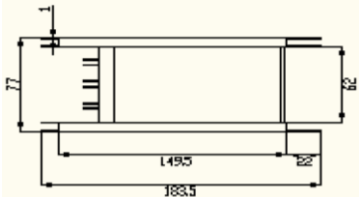
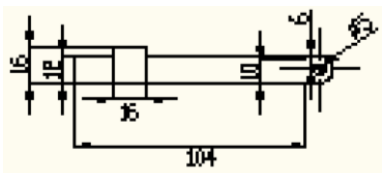
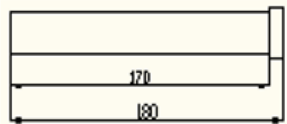
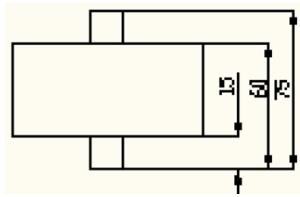
HOJA DE PROCESOS					
Responsables: Víctor Herrera - Carlos Vargas			Fecha: 06-03-2013	Proyecto: Elevador electro hidráulico	
			Hoja: N° 1		
N°	Croquis	N°Pieza	Operaciones	Materiales	Herramientas
1	<p>Soporte superior</p>  <p>(ver plano lamina núm. 1)</p>	1	<p>Medir Marcar Cortar Pulir Soldar Pintar</p>	<p>Lápiz Regla Flexometro Electrodo Brocha</p>	<p>Lima Cortadora Soldadora</p>
2	<p>Soporte lateral inferior</p>  <p>(ver plano núm.3)</p>	2	<p>Medir Marcar Cortar Agujerear Soldar Pintar</p>	<p>Lápiz Calibrador Flexometro Electrodo Brocha</p>	<p>Taladro Broca Sierra Soldadora</p>
3	<p>Soporte de seguridad</p>  <p>(ver plano núm. 5-6)</p>	2	<p>Medir Marcar Cortar Cilindrar Pintar</p>	<p>Lápiz Calibrador Brocha</p>	<p>Torno Cuchilla Lima</p>
4	<p>Pasador</p>  <p>(ver plano núm. 13)</p>	2	<p>Medir Marcar Cortar Cilindrar</p>	<p>Lápiz Calibrador</p>	<p>Torno Cuchilla</p>
5	<p>Rueda</p>  <p>(ver plano núm. 14)</p>	2	<p>Medir Marcar Cilindrar Refrentar Agujerear</p>	<p>Lápiz Calibrador</p>	<p>Torno Cuchilla</p>

Tabla 22. (Continuación)

6	<p>Montaje de la estructura y equipos hidráulicos</p>  <p>(ver plano núm. 1 de 1)</p>	1	<p>Acoplar Pintar Engrasar</p>	<p>Herramientas Manuales</p>	<p>Soldadora Compresor</p>
---	--	---	--	----------------------------------	--------------------------------

Fuente: Autores

4.5 Estudios de métodos

Cuando se ha diseñado el producto y determinado una cantidad establecida de elementos que han de intervenir, es necesario identificar un sistema de producción que debe apegarse al diseño, es entonces cuando se debe realizar una forma de control de la utilización de materiales diferentes, una revisión de tolerancias, puede llegar a procesos de operaciones más económicos.

Para facilitar la comparación de los distintos procesos de producción, se utiliza una representación gráfica de las actividades y secuencias necesarias para obtener el producto. Esta gráfica es generalmente conocida con el nombre de diagrama de proceso.

Este diagrama de proceso nos sirve para el momento de realizar un trabajo, se debe buscar la manera de mejorarlo en todo lo posible, para lo cual se debe saber exactamente en qué consiste, muy rara vez en trabajos simples y de muy poco tiempo de realización, se podrá tener la certeza de conocer todos los detalles de la tarea. Necesitamos entonces hacer uso de la observación para detectar todos los detalles y registrarlos debidamente.

En un diagrama de procesos se representa gráficamente los pasos que deben seguirse en una secuencia de actividades de un proceso, identificándolos mediante símbolos de acuerdo con la naturaleza de la tarea que se realiza.

Incluye también información que se considera necesaria para poder realizar el análisis de distancias, cantidad y tiempo requeridos.

Para facilitar la eliminación de ineficiencias, con fines analíticos es conveniente clasificar las acciones que se dan en un proceso de fabricación. Estos muchas veces se conocen bajos los términos de operaciones, transporte, retrasos o demoras y almacenajes como lo detallamos a continuación.

4.5.1 Operaciones ○

Una operación tiene lugar cuando se altera intencionadamente cualquiera de las características físicas o químicas de un objeto en; cuando es montado en otro desmontado; cuando se dispone se prepara para otra operación, transporte, inspección o almacenaje. También tiene lugar una operación, cuando se da o recibe información, cuando se hace un cálculo o planeamiento.

4.5.2 Transporte ➡

Se define como un transporte a cualquier movimiento que no sea parte integral de una operación o inspección como enviar datos a la matriz, distribuir material a la próxima estación, transportar bienes para el cliente, caminar, almacenar.

4.5.2 Inspección □

Tiene lugar un control cualquier comparación o verificación de características contra los estándares de calidad. Establecidos para el mismo, pueden verificar, revisar, inspeccionar partes, aprobar, etc.

4.5.4 Retraso D

Tiene lugar un retraso cuando las circunstancias, excepto las inherentes al proceso, no permiten la ejecución inmediata de la acción siguiente conforme a lo planificado.

4.5.5 Almacenaje ▽

Se produce un almacenaje cuando, se guarda o protege un objetivo de forma que se puede retirar sin la correspondiente autorización.

4.5.6 Actividades combinadas

Una vez que se inicia las actividades para la realización del proyecto o producto, una serie de acciones combinadas vienen a realizarse, las cuales tienen un orden y simbología necesaria.

De esta forma representaremos cada una de las acciones que se realizan para la elaboración de nuestro proyecto.

Uno de estos símbolos es de control, un rectángulo representa esta acción de esa forma sabremos el tiempo ocupado en la acción y más importante lo que nos encontramos realizando en ese instante, mejorando el control del proceso.

4.6 Elaboración del diagrama de operaciones de proceso

Con la elaboración de este diagrama podemos conocer los puntos en que se introducen materiales o metería prima en el proceso, así también conocemos el orden de las inspecciones a realizarse y de todas las operaciones que se hacen, además puede contener información necesaria como el tiempo requerido la situación de cada paso.

El fin de este diagrama es el de disminuir las demoras, estudiar las operaciones, para eliminar el tiempo improductivo, así como dar una imagen clara de toda la secuencia de acontecimientos en el proceso.

4.7 Secuencia de trabajo

El operario realiza el proceso desde el punto de vista de las actividades que se empieza el trabajo. Para efectos de análisis y para ayudar a detectar y suprimir las ineficiencias.

Tabla 23. Secuencia de trabajo

SECUENCIA DE TRABAJO											
DIAGRAMA DE SECUENCIA DE TRABAJO		N° 01				ESPOCH					
Trabajo: Soporte de Seguridad		RESUMEN									
Material: Tubo Cuadrado 60mmx40mmx3mm		Acciones	Actual			Propuesto			Económico		
			Nº	Dista.	Tiem po	Nº	Dista.	Tiempo	Nº	Dista.	Tiempo
Diagrama comienza Salida de bodega	Diagrama termina Bodega	○ Operación	5	-	71						
		⇒ Transporte	3	11	13						
Preparado por: Víctor Herrera-Carlos Vargas	Fecha 06-11-2011	□ Inspección	2	-	12						
		D Retraso	1	-	2						
		▽ Almacena	1	-	-						
Unidades administrativas Dpto. de producción		Totales	12		98						
Nº	DETALLES DEL PROCESO	Opera	Transp.	Insp.	Retr	Almac.	Dista.(m)	Tiemp.(mi)	Notas		
1	Se toma de bodega los materiales.	●	⇒	□	D	▽	-	1			
2	Se lleva hacia la mesa de trabajo.	○	⇒	□	D	▽	4	3			
3	Rayado y trazado de medidas.	●	⇒	□	D	▽	-	20			
4	Se lleva a la mesa de corte.	○	⇒	□	D	▽	2	4			
5	Se coloca sobre la entenalla.	●	⇒	□	D	▽	-	5			
6	Se realiza el corte de las piezas.	●	⇒	□	D	▽	-	30			
7	Cambio de herramientas.	○	⇒	□	●	▽	-	2			
8	Limpiar y quitar excesos.	●	⇒	□	D	▽	-	15			
9	Verificación de medidas.	○	⇒	■	D	▽	-	8			

Tabla 23. (Continuación)

10	Clasificar las piezas por medidas.	○	⇒	■	D	▽	-	4	
11	Llevar a bodega.	○	→	□	D	▽	5	6	
12	Espera de otras operaciones.	○	⇒	□	D	▼	-	-	

Fuente: Autores

La continuación de las secuencias de trabajo se muestra en (Anexo C).

CAPÍTULO V

5. MEDIDAS DE SEGURIDAD Y MANTENIMIENTO DEL ELEVADOR ELECTRO HIDRÁULICO

5.1 Montaje del elevador electro hidráulico

5.1.1 Pasos de instalación

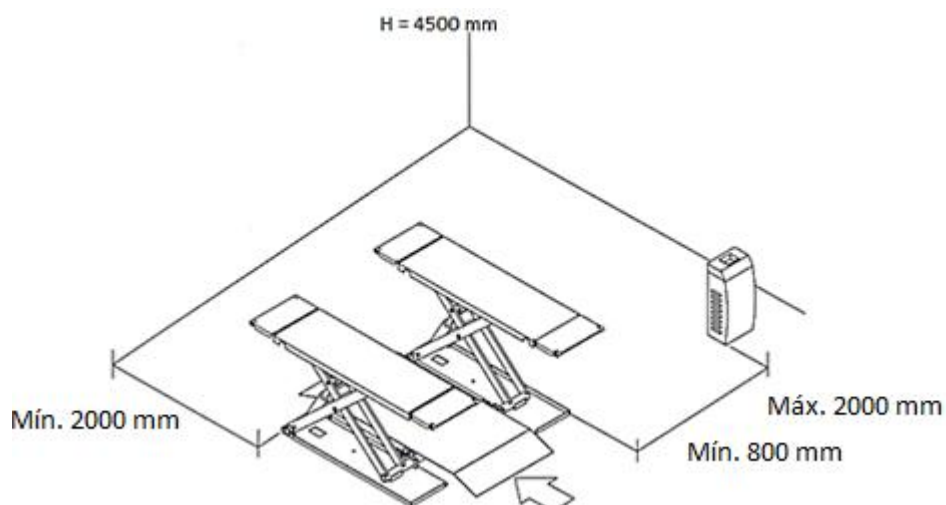
Tabla 24. Proceso de instalación del elevador electrico hidraulico

PASOS	PROCESOS
1	Remover todo tipo de lubricante innecesario en la estructura del elevador antes de la instalación
2	El elevador debe ser instalado respetando todo tipo de distancia de seguridad desde muros, columnas, otros equipos etc.
3	La altura mínima del local tiene que ser por lo menos 4500 mm.
4	La distancia mínima entre las paredes debe ser por lo menos 2000 mm.

Fuente: Autores

5.1.2 Posicionamiento. Colocar el elevador en el punto planificado y establecido, eliminando posibles desniveles del suelo (máx. 7mm) utilizando espesores metálicos.

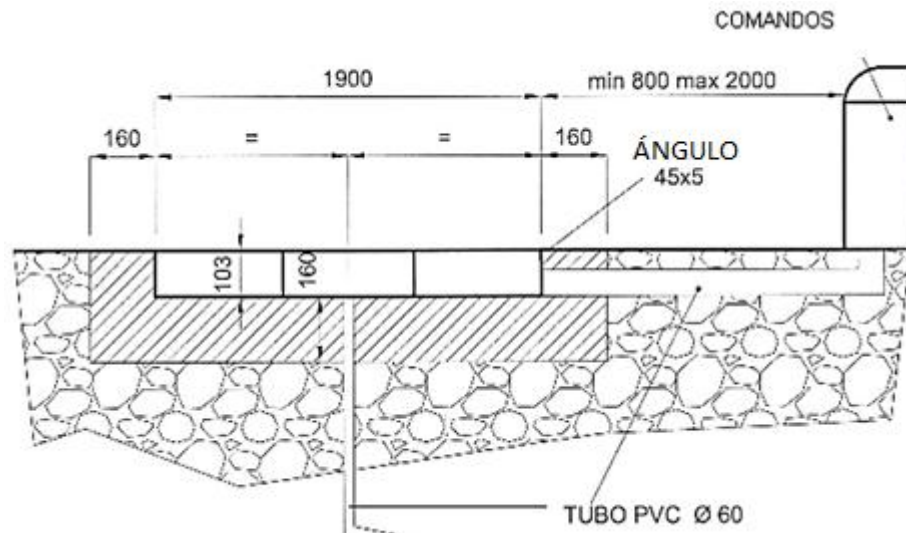
Figura 62. Posicionamiento del Elevador



Fuente: <http://www.ugr.unsl.edu.ar/normas.htm>

Una vez colocado el elevador en su posición, llevamos el mando central a posicionarlo en un lugar apropiado para poder manipular el elevador al gusto del operador. Ahora en el caso de colocar el elevador en una posición fija se tomara en cuenta el siguiente plano:

Figura 63. Preparación del suelo para el elevador



Fuente: <http://www.upcommons.upc.edu/pfc/bitstream.pdf>

Hay que tomar en cuenta que los dos tubos PVC están tomados en cuenta para la conexión de los mandos hacia el elevador y el segundo sirve para el desahogo de cualquier líquido o sustancia que pueda quedar estancada bajo el elevador.

Tomando en cuenta el plano, estos son los requerimientos para la instalación fija del elevador:

- Planos de apoyo nivelados.
- Hormigón del tipo 425 o superior.
- Espesor de solera 160mm.
- Paralelismo entre los 2 agujeros.

5.2 Mantenimiento del elevador electro hidráulico

Para realización del mantenimiento del elevador vamos a tomar en cuenta periodos de tiempo y lapsos funcionales requeridos por los materiales y elementos utilizados en la construcción del mismo.

Utilizando los requerimientos sugeridos en la acumulación de horas programaremos tipos de mantenimiento.

Antes de realizar cualquier trabajo tener en cuenta cualquier sonido o mal funcionamiento de los sistemas del elevador, una revisión superficial o auditiva en caso de algún sonido raro o elemento desgastado.

Algo muy importante es la revisión de la máquina cada día, por cualquier razón es mejor tener un reporte ya sea semanal o diario para un mejor control.

5.3 Revisión del pre funcionamiento diario (8 horas)

Antes de que el elevador se ponga en funcionamiento se debe verificar que todas las piezas móviles estén lubricadas para evitar el desgaste prematuro de los componentes del elevador.

Una vez que el elevador se encuentre en funcionamiento, el operario debe tener en cuenta, cuidar mucho su integridad, y eso solo se puede lograr a la revisión de la maquina antes de ser utilizada.

La revisión de cada uno de los sistemas mecánico, hidráulico y eléctrico. Esto evitará cualquier tipo de lesión, molestia ya sea la pérdida de tiempo y producción o peor aún la muerte.

Mantenimiento Preventivo:

Al llevar un control del elevador podemos asegurar un mantenimiento preventivo del elevador, teniendo en cuenta los siguiente pasos a seguir para la revisión del mismo.

Tabla 25. Elaboración del mantenimiento preventivo

PASOS	PROCESOS
1	Revisión de los sistemas del elevador por medio visual y auditivo en caso de alguna novedad.
2	Revisión de los alrededores del elevador para su normal desarrollo y funcionamiento o en caso de ser removido para algún lugar.

Tabla 25. (Continuación)

3	Revisar el sistema hidráulico y sus conexiones en caso de alguna fuga o mal estado de sus elementos.
4	Revisión del sistema eléctrico en las conexiones y estado de cables conductores de electricidad.
5	Mantener el riel deslizante libre de cualquier suciedad o sustancia corrosiva para el elemento.
6	Revisión del suelo en donde se encuentra el elevador ya que como es móvil puede encontrarse en una superficie no plana o blanda.
7	Revisión de los brazos móviles

Fuente: Autores

5.4 Mantenimiento de 30 – 40 días

Tabla 26. Mantenimiento de 30 – 40 días

PARTES DE LA MÁQUINA	PROCESO	MATERIALES UTILIZADOS
Cilindros hidráulicos	Limpiar	Guaypal Aceite hidráulico SAE 10
Bomba hidráulica	Lavar, lubricar	Diesel, aceite 20W50
Motor eléctrico	Retirar la tapa, limpiar: bornes contactos	Aire comprimido brocha
Pasadores	Engrasar	Grasa (base de bario)
Recipiente del hidráulico	Verificar, completar el nivel correcto del fluido	SAE 10

Tabla 26. (Continuación)

La superficie en donde se encuentra el elevador	Totalmente plana	Visual
Seguro de freno	este bloqueado correctamente	Visual
Manguera hidráulica	Que no exista fuga del hidráulico	Visual

Fuente: Autores

5.5 Mantenimiento anual

Tabla 27. Mantenimiento anual

PARTE DE LA MÁQUINA	PROCESO	MATERIALES UTILIZADOS
Estructura mecánica	Pintar	Lijas, Pintura, compresor
Cilindros hidráulicos	Lijar (vástagos) purgar	Lija de agua 400
Bomba hidráulica	verificar la presión del fluido hidráulico	visual
Motor eléctrico	Retirar la tapa, limpiar: bornes contactos	Aire comprimido
Pasadores	Engrasar	Grasa (base de bario)
Cable de bloqueo	Lubricar	Aceite 20W40
Cambio de aceite hidráulico	Reemplazar Aceite hidráulico (1.5 gl.)	SAE 10

Fuente: Autores

Una vez que se drene el lubricante revisar algún tipo de limalla o basura que puede afectar el normal funcionamiento en el sistema hidráulico, a su vez cause algún tipo de daño al vástago del cilindro.

Revisar los vástagos de los cilindros en caso de alguna ralladura o deformaciones.

Tomar en cuenta que se recomienda tener un registro del mantenimiento del elevador ya sea preventivo, predictivo o correctivo, es muy necesario saber que operaciones se han realizado en el elevador.

5.6 Seguridad

En todos los lugares de trabajo lo más importante es cuidar la vida y la salud de los trabajadores que intervienen en los procesos, ya que cualquier accidente además de ser fuertemente afectado económicamente y técnicamente, le puede impedir al trabajador que vuelva a tener la oportunidad de realizar una actividad (proceso irreversible).

Los trabajadores no siempre reconocerán la importancia del entrenamiento de seguridad, o pueden pensar que es innecesario porque han estado haciendo su trabajo durante años.

Pero un beneficio importante de un entrenamiento periódico de seguridad es el recordatorio de que pueden existir peligros y que nadie está expuesto a los accidentes.

5.6.1 *Precauciones y medidas generales para el operario.* Es indispensable leer esta parte con atención porque contiene informaciones esenciales sobre los peligros que el operador y quien se ocupa de la manipulación podrían correr en caso de uso errado o impropio del elevador.

Cualquier obra sobre el elevador tiene que respetar los preceptos previstos por las leyes y las normas relativas a la prevención de accidentes vigentes en donde se encuentre instalado.

Tabla 28. Medidas generales para el operario

PASOS	OBSERVACIÓN
1	Es obligatorio al operario que use: overol, casco, gafas, guantes, zapatos con puntas de acero.
2	Es importante que durante el funcionamiento (ascenso-descenso) el operador actúe solo en la zona de comando reservada para él.
3	Está estrictamente prohibido a cualquier persona detenerse o transitar en la zona de riesgo durante la elevación.
4	El operario tiene que verificar que el área de riesgo esté despejada antes de activar el elevador.
5	El elevador no puede ser forzado a su utilización cuando las protecciones de seguridad están desactivadas o forzadas.
6	Para elevar un vehículo es recomendable utilizar siempre los tacos de goma en dotación, respetando los puntos de apoyo indicados por el conductor del automotor.
7	Después de haber posicionado el automotor sobre el elevador, apagar el motor, posicionar las palancas del cambio en punto muerto y colocar el freno de estacionamiento.
8	Asegurarse del correcto posicionamiento del automotor sobre el elevador para evitar el peligro de desequilibrio o caída.
9	Está prohibido subir sobre el automotor y/o ponerlo en movimiento con el elevador levantado.
10	Está terminantemente prohibido dejar cualquier objeto debajo el automotor o debajo del elevador durante su descenso.
11	Tener limpia la zona cerca del elevador, limpiar residuos de aceite para evitar el peligro de resbalamiento.
12	Está terminantemente prohibido usar chorros de agua, vapor, barniz, disolventes en proximidad del elevador y/o de la centralita del comando

Tabla 28. (Continuación)

13	Está terminantemente prohibido para las personas subir y/o permanecer sobre las plataformas durante el funcionamiento del elevador sea en vacío y/o con el automotor.
14	Están terminantemente prohibidos todos los usos del elevador diferentes para lo cual ha sido proyectado y construido. La trasgresión de tal norma puede causar accidentes en las personas y/o cosas.
15	Está terminantemente prohibido la sustitución y/o alteración de los dispositivos de seguridad.
16	Está terminantemente prohibido elevar el automotor de peso superior al alcance máximo del elevador (2500 kg).
17	En caso de algún comportamiento anormal del elevador detenerlo y bloquear el interruptor general con cualquier medio de cierre.

Fuente: Autores

Figura 64. Medidas de Seguridad



<http://www.elevado.resaltius.com>

Señalética

Figura 65. Señal de seguridad



Incorrecto

Correcto

<http://www.elevado.resaltius.com>

Peligro partes en movimiento: nunca introduzca las manos, piernas u objetos entre los brazos de la mesa, ya que podría causar daño al operario y al equipo, utilice un bloque de seguridad para labores de mantenimiento.

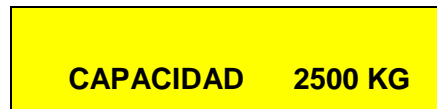
Figura 66. Señal de advertencia



<http://www.cartelesseguridadsg.com.ar/senalizacionindustrial>

Capacidad máxima: indica la capacidad máxima que puede cargar el elevador, nunca la sobrepase ya que puede causar daños al equipo, al operador y a las personas alrededor del equipo.

Figura 67. Señal de capacidad Max



<http://www.epis.paces.com/Se%C3%B1ales+de+Seguridad>

Mantener esta área libre: el espacio frontal del bastidor del elevador es requerido para el desplazamiento de los brazos, nunca los obstruya.

Figura 68. Señal de área



<http://www.señal.com/Seguridad.com>

Franjas de seguridad: son normas internacionales de partes en movimiento.

Figura 69. Señal franjas de seguridad



<http://www.epis.paces.com/Seguridad>

5.7 Pruebas de fiabilidad del elevador electro hidráulico

Las pruebas de funcionamiento permitirán conocer si es que el electro elevador tipo tijera logra elevarse, para ello se ha realizado dos pruebas de funcionamiento, una sin carga y la otra con carga.

5.7.1 Pruebas sin cargas

Tabla 29. Pruebas sin carga

SIN CARGA	
Peso del elevador electro hidráulico tipo tijera.	327.27 Kg.
Peso máximo a elevar.	2500Kg.
Tiempo de ascenso.	50 seg.
Accionamiento del bloqueo mecánico.	Instantáneo
Desacoplamiento del bloqueo mecánico.	Instantáneo
Tiempo de descenso.	108 seg.
Funcionamiento del sistema hidráulico (%).	100%
Funcionamiento del sistema mecánico (%).	100%
Funcionamiento del sistema eléctrico (%).	100%
Funcionamiento del sistema de seguridad (%).	100%
Fiabilidad total del elevador (%).	100%

Fuente: Autores

5.7.2 Pruebas con cargas

Tabla 30. Pruebas con carga

CON CARGA	
Peso del elevador electrohidráulico tipo tijera.	1584Kg.
Peso máximo a elevar.	2500Kg.
Marca del vehículo.	Toyota
Clase del vehículo.	Camioneta
Peso del vehículo.	2500 kg.
Color.	Blanco
Placa.	TDP-937
Año de fabricación.	2008
Tiempo promedio de ascenso.	50 seg.
Accionamiento del bloqueo mecánico.	Instantáneo
Tiempo en estado de elevación.	8 horas
Estabilidad de la estructura	Normal
Desacoplamiento del bloqueo mecánico.	Instantáneo
Tiempo promedio de descenso.	20 seg.
Funcionamiento del sistema hidráulico.	100%

Tabla 30. (Continuación)

Funcionamiento del sistema mecánico.	100%
Funcionamiento del sistema eléctrico.	100%
Funcionamiento del sistema de seguridad.	100%
Fiabilidad total del elevador.	100%

Fuente: Autores

5.8 Manual de operación para el usuario

La secuencia de operaciones involucradas en el proceso de elevación para vehículos es la siguiente:

Tabla 31. Manual de operación

PASOS	PROSESOS
1	Instalar el equipo de elevación en un lugar adecuado, tomando en cuenta el piso totalmente plano y consistente para el peso a elevarse, considerar la altura necesaria tanto para el elevador electro hidráulico y el vehículo, además el área adecuada para realizar los trabajos de mantenimiento en el vehículo.
2	Conectar el elevador electro hidráulico a una fuente de energía de 110 voltios.
3	Verificar el nivel del fluido hidráulico para su correcto funcionamiento.
4	El peso máximo a elevarse es de 2.5 toneladas.
5	Ubicar el vehículo de forma correcta sobre el elevador electro hidráulico tipo tijera, luego apague el motor y accione el freno de estacionamiento.
6	Fijar y colocar los apoyos de goma del elevador electro hidráulico en las partes para la elevación del vehículo según el fabricante del mismo.
7	Para dar inicio a la carrera de elevación se debe mantener presionado un pulsador en el mando de control, con lo cual automáticamente se da inicio a la elevación del sistema.
8	Para establecer un punto final en la carrera de elevación, se deberá dejar de presionar el pulsador de accionamiento y observar los puntos de anclaje de seguridad que se bloqueen correctamente

Tabla 31. (Continuación)

9	Para dar inicio a la carrera de retorno, luego de realizar los trabajos de mantenimiento del vehículo, se debe presionar una palanca de descenso y mantener presionado la manilla de desbloqueo mecánico, con lo cual automáticamente se inicia la carrera de retorno del mecanismo.
10	Una vez que el elevador electro hidráulico tipo tijera se encuentre en el estado inicial para el ascenso, colocar los brazos de elevación en una posición adecuada para proceder a retirar el vehículo.

Fuente: Autores

CAPÍTULO VI

6. ANÁLISIS DE COSTOS Y PRESUPUESTO

El análisis es un informe de los costos directos e indirectos que influyeron en el proceso de construcción de la presente tesis, en éste también se detalla el costos de construcción total para poder obtener una utilidad al querer brindar nuestro servicio.

6.1 Costos directos

Son todos aquellos egresos producto de la mano de obra, materiales, equipo, y transporte, que pueden ser identificados plenamente con productos o departamentos de producción.

6.1.1 Costo de materiales

Tabla 32. Costo de materiales

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNIT.	COSTO
Cilindros hidráulicos		2	350	700
Bomba hidráulica		1	220	220
Válvulas de distribución		2	25	50
Motor eléctrico		1	220	220
Manguera de alta presión	Metros	5	15	75
Aceite hidráulico	Galón	2	24	24
Perfil	Metros	2	32	64
Tubo cuadrado	Metros	2	65	130
Plancha	Metro	1	38	38
Eje de transmisión	Metro	1	14	14
Pernos		4	2,60	10,4
Electrodos	Libras	3	11	33
Seguros de pasador		8	0,50	4
Pintura de fondo	Litro	1	17	17
Pintura terminado	Litro	1	28	28
Lija de hierro		2	0,80	1,6
Lija de agua		3	0,80	2,4

Tabla 32. (Continuación)

Tiñer	Litros	4	3,75	15
Piedra de pulir		1	6	6
TOTAL				1652,40

Fuente: Autores

6.1.2 *Costo de mano de obra.* Se conoce como la mano de obra del esfuerzo físico y mental que se pone al servicio de la fabricación de un bien.

Tabla 33. Costo de mano de obra

DESCRIPCIÓN	Horas/Hombre	Costo horario	COSTO
Soldador	70	3	210
Pintor	60	3	180
Ayudante	30	3	90
TOTAL			480

Fuente: Autores

6.1.3 *Costo de equipos y herramientas*

Tabla 34. Costo de equipos y herramientas

DESCRIPCIÓN	Horas/Máquina	Costo horario	COSTO
Soldadora	48	0	0
Torno	50	3	150
Compresor	60	3	180
Cortadora	30	0	0
Herramientas de taller	400	0	0
Pulidora	400	0	0
TOTAL			330

Fuente: Autores

6.1.4 *Costo de transporte.* En este artículo se detalla el costo del transporte utilizado para el traslado de los materiales para la construcción del elevador electrohidráulico.

Tabla 35. Costo de transporte

COSTO DE TRANSPORTE	COSTO
Traslado de equipos hidráulicos	25
Traslado de materia prima	85
TOTAL	110

Fuente: Autores

6.2 Costos indirectos

Son aquellos egresos que se realizan para la ejecución de un proyecto y que no pueden identificarse plenamente y por lo tanto requieren de mecanismos de distribución y cálculo. Los costos indirectos comprenden:

Tabla 36. Costos indirectos

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	COSTO
Costo ingenieril	-	129
Imprevistos	-	100
Utilidad	-	0
TOTAL		229

Fuente: Autores

6.3 Costo total y presupuesto

Con la suma de los costos directos e indirectos obtenemos el costo total del proyecto:

Costo Total del Proyecto = costos directos +costos indirectos

Costo Total del Proyecto = (costo de material +costo de mano de obra+ costo de equipos y herramientas +costo de transporte) + (valor de costos indirectos)

Costo Total del Proyecto = (1652,4+480.00+330+110) + (229)

Costo Total del Proyecto = (257,4)+ (229)

Costo Total del Proyecto = 2801.4

CAPÍTULO VII

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1 Conclusiones

La utilización del elevador en el laboratorio de la Escuela de Ingeniería Automotriz permitirá realizar múltiples actividades tales como: mantenimiento de frenos, ABC y suspensión, debido a su efectividad y eficacia.

En el software CAE permitió realizar pruebas de simulación al elevador con la cual se ha verificado el trabajo del mismo.

Al haber realizado las pruebas, hemos notado que debido al tipo de material utilizado en la construcción, nuestro elevador puede resistir más peso de lo señalado al iniciar el proyecto, ahora hay que tomar en cuenta que el sistema de potencia solo logra levantar vehículos de dos toneladas y media más el peso del elevador.

La elevación máxima de los vehículos es de 1.20 m. Con sus variaciones de altura en la cual el operador puede elegir una posición ergonómica en la realización de las actividades a realizar.

Se procedió a realizar un manual de mantenimiento, el cual ayudará a los operadores del elevador a mejorar y mantener en perfecto estado al mismo.

7.2 Recomendaciones

Supervisar que no se eleve vehículos con mayor peso a lo especificado en el manual.

Leer e informarse sobre las instrucciones para utilizar el elevador antes de realizar cualquier trabajo de operación y mantenimiento para su correcto uso, con el fin de evitar accidentes.

Realizar el mantenimiento adecuado con la finalidad de alargar la vida útil del equipo ya que por su fuerza y fricción tiende a desengastarse.

BIBLIOGRAFÍA

ALVAREZ, G. (2003). *Manual de hidráulica* (Sexta ed.). (O. Ortiz, Trad.) Mexico: Ltda.

AMANCIO, M. (2006). *Diseño mecánico*. Panama.

FAY, J. (2003). *Principio de pascal*. Mexico.

LINCON, j. (2002). *Principio de funcionamiento de la hidraulica*. Barcelona: CEAC.

PARKER. (2004). *Industria hidraulica*. Corporation.

PARKER, I. (2004). *Prensa hidraulica*.

SHIGLEY, J. (204). *Diseño de ingeniería mecánica*.

TIMOSHENKO, S. (2002). *Calculo de fatiga del perno*. Mexico.

VALLECILLA, R. (10 de 09 de 2004). *Diagrama de fuerza cortante y momento flector*. Bogota: Editorial y publicaciones.